Beitrag zur Kenntniss der Ustilagineen.

Von

M. Woronin.

Mit 4 lithogr. Tafeln.

Obgleich die Ustilagineen schon vielfach untersucht und beschrieben worden sind [1]), besitzen wir hinsichtlich der Entwickelungsgeschichte vieler Repräsentanten dieser Familie, insbesondere der Gattungen *Tuburcinia*, *Thecaphora* und *Sorosporium*, noch bis heutzutage nur sehr unvollständige und dürftige Kenntnisse. — Für alle Pilzgruppen im Allgemeinen, vor

[1]) Von der sehr reichhaltigen Literatur über diesen Gegenstand führe ich hier blos die allerwichtigsten Arbeiten an:

L. R. et Ch. Tulasne. Mémoire sur les Ustilaginées, comparées aux Uredinées. Annales des Sc. Nat. III. Série, tome 7 (1847); p. 12.

L. R. Tulasne. Second Mémoire sur les Uredinées et les Ustilaginées. Ann. d. Sc. Nat. IV. Série, tome 2 (1854); p. 77.

A. de Bary. Untersuchungen über die Brandpilze. 1853.

A. de Bary. Protomyces macrosporus und seine Verwandten. (In Botan. Zeit. (1874). Jahrg. XXXII; p. 81.)

J. Kühn. Die Krankheiten der Kulturgewächse. 2. Anflage. 1859.

Fischer von Waldheim. Beiträge zur Biologie und Entwickelung der Ustilagineen, in Pringsheim's Jahrbücher f. wiss. Botan. Bd. VII. (1869—1870). — Aperçu systematique des Ustilaginées. Paris 1877. — Les Ustilaginées et leurs plantes nouricières. An. des Sc. Nat. VI. Série; tome 4; p. 190.

R. Wolff. Beitrag zur Kenntniss der Ustilagineen. Der Roggenstengelbrand, Urocystis occulta Rabh. Botan. Zeit. 1873 (Jahrg. XXXI), p. 657. — Der Brand des Getreides etc. 1874. Halle.

G. Winter. Einige Notizen über die Familie der Ustilagineen. Flora 1876; Nr. 10 und 11. — Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland etc. I. Bd.: Die Pilze, bearbeitet von G. Winter. I. und 2. Lieferung. 1881.

J. Schröter. Die Brand- und Rostpilze Schlesiens 1869 (in Abhandl. d. Schlesischen Gesellschaft). — Bemerkungen und Beobachtungen über einige Ustilagineen (in Cohn's Beiträgen zur Biologie der Pflanzen. Bd. II. (1877); p. 349 und p. 435.

Ed. Prillieux. Quelques observations sur la formation et la germination des spores des Urocystis (Ustilaginées). An. des Sc. Natur. VI. Série; tome X. (1880); p. 49.

Ausserdem findet sich eine ganze Reihe kleinerer Abhandlungen von P. Magnus, G. Winter, F. v. Thümen, E. Rostrup etc. Von einigen derselben wird weiter, im Text, Erwähnung gemacht.

Allem aber für die Ustilagineen hat eine genaue Kenntniss der Entwickelungsgeschichte ihrer einzelnen Formen eine viel wichtigere Bedeutung als deren einseitige morphologische Beschreibung, mag dabei diese letztere noch so ausführlich sein. Die morphologischen Charaktere für sich allein sind meistens nicht genügend, um eine Ustilaginee richtig zu bestimmen und sie von ihren nächsten Verwandten sofort zu unterscheiden; dafür braucht man, wenn auch nicht eine vollständige und völlig lückenlose Entwickelungsgeschichte, jedenfalls aber eine richtige Kenntniss ihrer ersten Keimungserscheinungen.

Hieraus ausgehend, entschliesse ich mich, in den nächstfolgenden Zeilen meine, die Ustilagineen betreffenden Untersuchungen kurz zusammenzufassen und sie dem geehrten botanischen Publicum vorzulegen. — Ich fange an mit der Beschreibung der Entwickelungsgeschichte von *Tuburcinia Trientalis,* worauf ich einige Bemerkungen über die Keimungserscheinungen einer Reihe bis jetzt noch wenig erforschten Ustilagineen-Formen folgen lasse, und schliesse dann mit einer kurzen allgemeinen Uebersicht aller bis jetzt aufgestellten Ustilagineen-Gattungen.

Denjenigen Herren, die das für meine Keimungsversuche nöthige Material mir zugeschickt oder anderswie in meinen Untersuchungen mich gefälligst unterstützt haben, sage ich hiermit meinen innigsten Dank, besonders den Herren: A. de Bary, L. Kny, P. Magnus, R. Pirotta, E. Rostrup, F. v. Thümen, E. Ule und G. Winter.

I.

Als ich vor etwa 16 Jahren in der Umgebung von St. Petersburg *Tuburcinia Trientalis* Berk. et Br. lebendig zum ersten Male auffand, nahm ich sofort eine entwickelungsgeschichtliche Untersuchung dieser Ustilaginee vor und verfolgte sie einige Jahre nach einander, konnte aber, wegen fortwährendem Misslingen der angestellten Keimungsversuche, diese Arbeit nicht abschliessen; erst viel später, nämlich während meines letzten Aufenthaltes in Finnland, im Herbste 1878, ist es mir endlich geglückt, den Moment und die Art und Weise der Sporenkeimung abzupassen und demnach auch Kulturversuche anzustellen, die denn auch möglich machten, von der zu beschreibenden *Tuburcinia* eine fast lückenlose Entwickelungsgeschichte zu erhalten.

Im Jahre 1869 machte ich in der botan. Section der II. russischen Naturforscherversammlung in Moskau über den uns hier beschäftigenden Gegenstand eine erste vorläufige

Mittheilung und glaubte, auf einige Analogie der Sporenentwickelung dieses Pilzes mit derjenigen von *Sorosporium Saponariae* mich damals einzig stützend, gerechtfertigt zu sein, die Gattung *Tuburcinia* zu streichen und den *Trientalis*-Pilz zur Gattung *Sorosporium* zu rechnen. Jetzt aber, nachdem mir bei beiden Pilzen, einerseits, die Sporenkeimung und, anderseits, in der ganzen Form so wie auch in dem Auftreten der beiden Ustilagineen einige nicht unwesentliche Unterschiede bekannt geworden sind, sehe ich mich genöthigt, den Trientalis-Pilz von der Gattung *Sorosporium* zu trennen und ihm wieder seinen ursprünglichen Namen »*Tuburcinia*« zu geben.

Trientalis europaea ist eine echt nordische Pflanze, so dass sie schon in Mitteldeutschland nur hie und da und zwar blos in Gebirgswäldern wächst. — Die Verbreitung der auf *Trientalis* schmarotzender *Tuburcinia* hat daher selbstverständlich auch nur einen ziemlich begrenzten Umfang. Von Berkeley und Broome wurde sie zuerst in England entdeckt.[1]) In Deutschland ist der Pilz auch gefunden worden, im Ganzen aber nur sehr selten und blos in vereinzelten Exemplaren.[2]) Im nördlichen Russland, in der Umgebung von St. Petersburg und besonders in Finnland, habe ich ihn dagegen sehr oft und stellenweise sogar massenhaft aufgefunden.[3])

Tuburcinia Trientalis, die, den meisten anderen typischen Ustilagineen gleich, ein streng intercellularer Pilz ist, tritt auf der Nährpflanze ganz auffällig in zweifacher Weise auf.

a. — Im Frühsommer, d. h. im Mai — Juni, also noch vor und während der Blütenperiode von *Trientalis*, trifft man einzelne Stöcke dieser Pflanze, die durch ihr äusseres Aussehen sogleich von den gesunden, normalen leicht sich unterscheiden lassen (Taf. I, Fig. 1.) Der aus dem Rhizom emporwachsende erkrankte Stengel erscheint nämlich in seiner ganzen Länge, wenngleich nur in ganz geringem Maasse gleichmässig angeschwollen, und ist nicht, wie der junge normale Stengel, glatt und hellgrün gefärbt, sondern besitzt eine etwas rauhe, marmorirte Oberhaut, die anfangs graugrün, später dunkler wird und zuletzt fast ganz schwarz aussieht. Die auf einem solchen Stengel sitzenden Blätter sind in der Regel etwas kleiner und viel heller gefärbt, als die einer gesunden Pflanze; — dieselben erscheinen gewöhnlich blassgrün,

---

[1]) M. J. Berkeley: Outlines of british fungology. London 1860. p. 336.

[2]) Vergl. L. Fuckel. Symbolae mycologicae 1869. p. 41. — Fungi rhenani No. 1661. — Joannes Kunez hat neuerdings die *Tuburcinia Trientalis* in seinen *Fungi selecti exsiccati* (No. 212, im August 1879 in Schlesien gesammelt) unter dem Namen *Polycystis opaca* Strauss herausgegeben.

[3]) In dem privaten Herbarium des Herrn F. v. Thümen, das er mir zur Ansicht mit der bereitwilligsten Gefälligkeit zugeschickt hatte, fand ich ausser den Fuckel'schen Exemplaren (aus dem Fichtelgebirge, bei Bischoffsgrün) noch einige Exsiccaten der *Tuburcinia Trientalis* aus Finnland, von Herrn P. A. Karsten im Jahre 1878 gesammelt (Vergl. Thümen's Mycotheca universalis No. 1421) und ein anderes von der Insel Seeland stammend, von H. Mortensen im Jahre 1874 eingelegt.

zuweilen auch gelblich, wodurch die ganze Pflanze mehr oder minder ein etiolirtes Aussehen erhält. — Unterwirft man nun die so beschaffenen erkrankten Trientalispflänzchen einer näheren Untersuchung, so findet man, erstens, die untere Fläche der Blätter mit einem weissen schimmelartigen Ueberzuge bedeckt, welcher, wie weiter unten gezeigt werden soll, nichts anderes als die Conidienfructification des Pilzes ist (Taf. I, Fig. 2 und 3), und, zweitens, zwischen den Elementen des Rindenparenchyms, zuweilen auch des Markes, dunkelbraune, vielzellige, dem Pilze zugehörende Sporenballen eingelagert (Taf. II, Fig. 2), wodurch das leichte Anschwellen, so wie auch die schwarze Färbung des befallenen Stengels bedingt werden. — Nach dem Verstäuben der weiter unten noch zu beschreibenden Conidien entwickeln sich die Blätter der erkrankten Pflänzchen entweder gar nicht mehr oder blos noch in ganz geringem Maasse; meistens trocknen dieselben bald ein, jedenfalls eher, als an den gesunden Pflänzchen. Manchmal treten auch im Diachym dieser Blätter hie und da einzelne kleine schwarze fleckige Anschwellungen auf, die, wie nähere Betrachtung zeigt, aus Anhäufungen ebensolcher dunkelbraunen Sporenballen bestehen. Zuletzt reisst die Epidermis des Stengels, sammt dem darunterliegenden Rindenparenchym in Längsspalten unregelmässig auf, wodurch die schwarz aussehenden Sporenkörper des Pilzes blossgelegt werden.

b. — Am Ende des Sommers und im Herbste wird der Trientalispilz viel häufiger getroffen, — die von ihm um diese Jahreszeit befallenen Pflänzchen haben aber ein ganz anderes Aussehen. Die Stengel sind äusserlich wie innerlich völlig normal und gesund; auf der unteren Fläche der Blätter ist von einem weissen, conidientragenden Schimmelüberzuge keine Spur zu finden; an den beiden Lamminaflächen der sonst in Gestalt und äusserlicher Structur ebenfalls ganz normal aussehenden Blätter befinden sich dagegen meistens rundliche oder unregelmässig begrenzte Flecke, die entweder flach oder in der Regel convex sind. (Vergl. Taf. II, Fig. 1.) Sie sind von ½ bis 2 Millim. Durchmesser und sehen ganz dunkel, fast schwarz aus. Diese schwarze Färbung tritt besonders deutlich hervor, wenn die Blätter benetzt oder bei durchfallendem Lichte betrachtet werden. Was die Vertheilung der Flecke anbetrifft, so ist in derselben keinerlei Ordnung oder Regelmässigkeit zu erkennen. Entwender findet man sie auf jedem Blatte der erkrankten Pflanze und dabei auf dem einen in sehr grosser, auf dem anderen, daneben sitzenden dagegen in viel geringerer Zahl, — oder von allen Blättern der Nährpflanze (deren es gewöhnlich, wie bekannt, 6 oder 7 giebt) tragen blos 1 oder 2 die Flecke, während alle übrigen frei davon sind; — meistens sind die Flecke auf der Lamina nur zwischen den grösseren Blattnerven; man findet dieselben aber auch den Nerven entlang, oder sogar diesen letzteren aufsitzend (Vergl. hierüber Fig. 1, Taf. II); ein Mal sind die Flecke

über die ganze Blattfläche mehr oder minder gleichmässig vertheilt, ein anderes Mal dagegen sitzen sie blos auf der einen Hälfte des Blattes, entweder mehr gegen die Spitze zu, oder nur an der Basis. Auf den Blattstielen werden die Flecke auch gefunden, obleich im Ganzen viel seltener; sie erhalten hier gewöhnlich ein schwielen- oder polsterartiges Aussehen. — Die schwarze Farbe der Flecke stammt her von dem Auftreten des zu beschreibenden Pilzes; — die dunkelbraunen Sporenkörper der *Tuburcinia* bilden nämlich in den Intercellularräumen des Blattdiachyms mehr oder minder mächtige Anhäufungen, die durch die meistens emporgehobene und dadurch bis zu einem gewissen Grade gespannte, farblose Epidermis in Form von dunkelen Flecken durchschimmern. Beiläufig sei hier noch bemerkt, dass alle Flecke an den Blättern der auf diese Weise befallenen Nährpflanzen in der Regel nahezu gleich entwickelt sind und dass ausser der vom Pilze eingenommenen Stellen, d. h. ausser den eben geschilderten Sporenanhäufungen vom Pilze, auch von dessen Mycelium, in der ganzen Pflanze nicht die mindeste Spur zu finden ist. Wie das zu Stande kommt und auf welchem Wege eigentlich der Pilz hier in die Blätter eindringt, darüber wird weiter die Rede sein. — Hinsichtlich ihrer allmählichen Entwickelung und Structur stimmen diese in den Blättern angehäuften Sporenkörper völlig mit denjenigen überein, die, wie oben angegeben worden ist, während der Frühsommerperiode in einigen Stengeln der Nährpflanze ihre Evolution durchmachen. — Die Schilderung dieser letzteren soll denn jetzt auch als Ausgangspunkt dienen für die Beschreibung des vollständigen Entwickelungscyclus der *Tuburcinia Trientalis*.

Das der *Tuburcinia* angehörende vegetative Mycelium (Taf. II., Fig. 3 und 4), das man in den erkrankten, oben unter *a* beschriebenen Trientalis-Stengeln auf allen Höhenabständen, vom Rhizom an bis in die Blätter hinein, findet, besteht aus farblosen, feinen, meistens nur 0,002—0,003 Millim. dicken Fäden, die mit Querwänden gewöhnlich sparsam versehen und unregelmässig verzweigt sind. Diese Mycelfäden haben ihren Sitz im Rindenparenchym, dringen dabei aber nicht selten auch ins Mark hinein. Sie verlaufen in den beiden obengenannten Geweben immer zwischen den Zellen, nie habe ich sie in den Zellen getroffen, wogegen ich sie aber einige Male in den Gefässen auffand, das Innere der letzteren entweder völlig oder nur zum Theil ausfüllend. In den Intercellularräumen legen sich die Mycelfäden sehr fest an die Membran der sie ernährenden Zellen und treiben ins Innere derselben seitliche, sehr kurze, verzweigte Aussackungen, die meistens traubenförmiger Gestalt und jedenfalls nur als Haustorien zu betrachten sind (Taf. II, Fig. 3 und 4). — Aus diesem Mycelium wachsen nun in grosser Anzahl andere, meistens vielverzweigte Hyphen aus, die in der Regel etwas feiner und zarter sind und von den obenbeschriebenen vegetativen Fäden sich noch dadurch unterscheiden, dass sie viel reicher an Querwänden sind und gewöhnlich keine Haustorien bilden.

Diese Fäden sind es, an denen die Sporenkörper des Pilzes erzeugt werden. Sämmtliche Vorgänge der Sporenbildung stufenweise und lückenlos zu verfolgen, hat sich als eine sehr mühsame und schwierige Aufgabe erwiesen, die ich auch leider völlig befriedigend zu lösen nicht im Stande gewesen bin. Ich fasse diese Vorgänge der Art jetzt zusammen, wie sie mir aus den unzähligen mikroskopischen Präparaten, die ich untersucht habe, am allerwahrscheinlichsten vor sich zu gehen scheinen. (Vgl. Tafel II.)

Die jüngsten Sporenanlagen, die ich auf diesen secundären *Tuburcinia*-Mycelfäden auffand, erscheinen gewöhnlich in Form kurzer, entweder völlig geradgestreckter, oder verschiedenartig gekrümmter und zum Theil spiralig oder anderswie gewundener, meistentheils mehrgliederiger Fäden. Einzelne Glieder der letzteren, in manchen Fällen sogar nur 1 oder 2 der Endglieder, sind unregelmässig blasenförmig erweitert (Fig. 6). Manchmal wird der Faden blos auf eine einzige solcher Zellen reducirt (Fig. 5); ein paarmal fand ich aber die ersten Bildungsstufen der Sporenanlagen auch etwas anders beschaffen: es legen sich nämlich, wie Fig. 7 zeigt, zwei derartige Fäden, aus zwei verschiedenen, benachbarten Myceliumhyphen auswachsend, fest aneinander und alle Glieder dieser beiden sich berührenden Fäden nehmen eine blasige Gestalt an. — Das Aufsuchen sowie auch die nähere Untersuchung dieser ersten Entwickelungsstufen der Tuburcinia-Sporenanlagen wird, einerseits, durch ihre ausserordentliche Zartheit und Feinheit beträchtlich erschwert, anderseits aber noch dadurch, dass dieselben sehr bald und rasch von vielen, sich fest daran anlegenden Seitenhyphen völlig umsponnen werden. Diese letzteren sind zarte, vielverzweigte Fädchen, die entweder nur von dem sporenbildenden Faden selbst auswachsen oder auch aus der denselben erzeugenden Mycelhyphe und von anderen nächstliegenden Fäden ihren Ursprung nehmen. Um jeden sporenbildenden Faden wird denn auf diese Weise ein wahrer Knäuel aus so dicht verflochtenen Fäden gebildet (Fig. 8—11), dass es völlig unmöglich wird, die nächstfolgenden im Inneren des Knäuels vorgehenden Umänderungen zu verfolgen und mit Bestimmtheit festzustellen. Nach dem Vergleiche aber einer ganzen Reihe mittelst verschiedener, in solchen Fällen anwendbaren Reagentien bearbeiteten und durchsichtig gemachten Präparate ersieht man, dass gleichen Schrittes mit der Umfangsvergrösserung des Knäuels auch die Zahl der die Mitte desselben einnehmenden blasigen Zellen sich vermehrt (Fig. 12—14). Dieser Vorgang ist, meiner Ansicht nach, nicht anders sich zu erklären, als dass gleich nach dem ersten Anlegen des Knäuels in den gewöhnlich sehr inhaltsreichen kugelig aufgeblasenen Gliedern des sporenbildenden Fadens eine sehr lebhafte und rasch vorsichgehende, consecutive Theilung eintritt. Sonst wüsste ich nicht, auf welche andere Weise aus den primitiven ganz kleinen, meistens nur mit 2—3 kugeligen Centralzellchen versehenen

Knäuelchen, die im grössten Durchmesser bis 0,056—0,075 Millim. grossen und nicht selten aus 50, ja manchmal sogar bis aus 100 und noch mehr Zellen zusammengebildeten Sporenkörper entstehen könnten und sollten. — Wie aber die Sache sich auch nur verhalten mag, so ist das Endresultat immer dasselbe und die sogleich auseinanderzusetzenden allmählichen Entwickelungsstufen der Sporenkörper gehen immer in derselben Reihenfolge vor sich. Anfangs ist, also, wie eben gesagt, die Mitte der kleinen, knäueligen Sporenanlagen meistens nur von 2—3 Zellchen eingenommen. Dieselben sind noch sehr zart und von kugeliger Gestalt. Bei allmählicher Weiterentwickelung der Knäuele nimmt nicht nur die Zahl, sondern auch der Umfang der centralen Zellchen immer mehr zu, wobei diese letzteren einen viel schärferen Umriss und nicht selten eine mehr oder minder scharf ausgesprochene, durch gegenseitigen Druck hervorgerufene polyedrischeForm erhalten. Und so geht es fort, bis die Knäuel ihre definitive Grösse erreicht haben. Sind dieselben so weit vorgerückt, so erscheinen die Membranen aller Sporen eines Ballens doppelt contourirt (Taf. II., Fig. 12—14). Jede hat nun ein Endosporium und ein Exosporium; das erstere bleibt farblos, das zweite erhält dagegen zuerst eine blassgelbbraune Färbung, die allmählich ins Dunkelbraune übergeht. Der Inhalt der Sporen ist farblos und besteht aus einem feinkörnigen Plasma, in welchem meistens, besonders zur Zeit, wo das Exosporium noch nicht sehr dunkel gefärbt erscheint, ein centrales kernartiges Gebilde (ob Kern oder Vacuole?) aufzufinden ist (Fg. 13.). In dem völlig entwickelten, reifen Sporen ist das Exosporium mehr oder minder beträchtlich und gleichmässig verdickt, dabei immer ganz glatt und so intensiv dunkelbraun gefärbt, dass man von dem feinkörnigen Inhalte jetzt kaum noch etwas erkennen kann.

Während der eben geschilderten allmählichen Ausbildung der Sporenkörper, besonders gegen deren Reife zu, wird das dieselben umhüllende Fadengeflecht mehr und mehr undeutlich und verschwindet zuletzt vollständig. Obgleich eine Vergallertung der Fäden, wie sie bei vielen anderen Ustilagineen so evident auftritt, hier nicht deutlich zu sehen ist, muss dieselbe dennoch, meiner Meinung nach, auch hier stattfinden. — Bis auf diesen letzten Umstand stimmt wohl der Entwickelungsgang der *Tuburcinia*-Sporen im Ganzen mit demjenigen von *Sorosporium Saponariae* Rud. überein. (Man vergleiche hierüber 1. F. v. Waldheim: »Beiträge zur Biologie und Entwickelung der Ustilagineen«. Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot. VII. und die in dieser Arbeit angeführten Zeichnungen von Prof. A. de Bary. 2. A. B. Frank. »Die Krankheiten der Pflanzen«. 1880. S. 442.) Beim Reifwerden treten aber in den Sporen beider Pilzformen einige sehr wesentliche Unterschiede hervor: 1) Die Sporen von *Sorosporium Saponariae* besitzen ein feinwarziges Exosporium und haben eine helle blassbraune Färbung,

wogegen die Sporen von *Tuburcinia Trientalis* immer glatt und sehr dunkelbraun gefärbt erscheinen. 2) Die Vergallertung des die Sporenknäuele umgebenden Hyphengeflechtes, wie es aus den Beschreibungen von A. Fischer v. Waldheim und A. Frank hervorgeht, ist bei *Sorosporium Saponariae* eine sehr starke, was, wie eben angegeben worden ist, bei *Tuburcinia Trientalis* nicht der Fall ist. 3) Endlich existirt zwischen den beiden Pilzen noch folgender Unterschied. — Bei *Sorosporium Saponariae* lassen sich die nicht selten zu ganz grossen Ballen angehäuften Sporen, manchmal schon bei der leisesten Berührung von einander sehr leicht trennen; bei *Tuburcinia Trientalis* dagegen sind die einzelnen Zellen des zusammengesetzten Sporenkörpers so fest mit einander vereinigt, dass es sehr schwer hält, dieselben von einander zu trennen. Die Substanz, mittelst welcher sie so fest zusammengehalten werden, umgibt auch den ganzen Sporenkörper herum in Form einer meistens dicht daran liegenden, gemeinsamen braunen Hülle, die, besonders bei längerer Behandlung der betreffenden Präparate mit Kali, Glycerin und dergleichen anderen Reactiven, deutlich hervortritt (Taf. II, Fig. 15.).

Was nun die Keimung der Sporen von *Tuburcinia Trientalis* anbelangt, so fand ich sie erst nach sehr langem Suchen auf. Alle Keimungsversuche, die ich mit völlig reifen, frischen, dies- und vorjährigen Sporen wiederholte Male alljährlich anstellte, blieben lange Zeit erfolglos. Dieses fortwährende Misslingen der Sporenaussaaten kam, wie es sich zuletzt (erst im Jahre 1878) erwies, daher, dass ich meine Aussaaten nie in der richtigen Jahreszeit vorgenommen hatte. Es keimen nämlich bei *Tuburcinia Trientalis* nur diesjährige Sporen, und auch diese nur im Spätherbste. Sammelt man Ende September oder Anfang October, zu einer Zeit also, wo im Norden die nasse Herbstwitterung schon eintritt, vom Thau- und Regenwasser stark benetzte *Tuburcinia*-tragende Trientalispflänzchen, so findet man auf deren Blättern und Stengeln viele ausgekeimte Sporen, deren Zahl durch Kultur auf Objectträgern (unter Glasglocke, in feuchter Atmosphäre) sehr leicht in kürzester Zeit sich vermehren lässt. Die Keimung selbst geschieht hier nach dem *Tilletia*-Typus, indem jede Spore ein Promycelium treibt, und dieser an seiner Spitze einen Sporidienkranz bildet. Jede Zelle des Tuburcinia-Sporenkörpers erweist sich als eine in dieser Weise keimfähige Spore. Die Sporen eines Körpers keimen nicht alle zu gleicher Zeit. Man findet daher z. B. nicht selten ausgekeimte Sporenkörper, die blos 1 (Taf. II, Fig. 18.) oder 2 Promycelien tragen, viel öfter aber wachsen aus ein und demselben Sporenkörper gleichzeit 6, 7, 11 (Taf. II, Fig. 16 und 17; Taf. III, Fig. 1.) bis 20 Promycelien aus. Eine grössere Zahl als 20 erinnere ich mich nicht in meinen Aussaatspräparaten je getroffen zu haben. Die durch das Auswachsen des Promyceliums hervorgerufene Perforation des Exosporiums tritt in der Regel in Form eines kleinen runden Loches auf (Taf. II,

16—21; Taf. III, Fig. 1), welches zuweilen auch mit einigen, von der Perforationsstelle ausgehenden, kurzen Rissen der braunen Sporenmembran begleitet wird. Die Länge des cylindrischen Promyceliums ist kleiner oder nur wenig grösser, als der Durchmesser des Sporenkörpers, übrigens sehr ungleich. Sporen, die nur feucht, z. B. auf der Oberfläche eines Wassertropfens liegen und dabei dem gewöhnlichen Tageslichte ausgesetzt sind, treiben gewöhnlich sehr kurze Promycelien, die meistens nicht mal auf das Doppelte eines Einzelsporendurchmessers sich verlängern. Diejenigen Sporen aber, die auf dem Boden eines auf dem Objectträger liegenden flachen Wassertropfens zur Keimung kommen, treiben gewöhnlich Promycelien, die eine 2- und selbst 3- bis 5mal grössere Länge erreichen. Noch länger werden aber die Promycelien an solchen Sporen, die noch tiefer unter Wasser liegen oder im Dunkeln zum Keimen gebracht werden. Im letzteren Fall tritt gewöhnlich nur eine unvollkommene oder selbst gar keine Sporidienbildung ein, wobei selbstverständlich die Promycelien meistens das Aussehen einfacher Keimschläuche erhalten. An solchen in der Dunkelheit gezogenen Exemplaren ist ausserdem zuweilen noch eine andere Erscheinung wahrzunehmen: der aus der Perforationstelle hervortretende Keimschlauch erscheint nämlich anfangs ungemein dünn, und erst später erweitert er sich allmählich oder auch ganz plötzlich bis zur Dicke eines normalen Promyceliumfadens (Taf. II, Fig. 20 u. 21.). — In den als normal anzusehenden Fällen (Taf. II, Fig. 16—18; Taf. III, Fig. 1.) fängt die Bildung der Sporidien gewöhnlich schon sehr frühzeitig an, nicht selten sogar noch vordem das Promycelium seine definitive Länge erreicht hat. Um den stumpfabgerundeten Scheitel desselben treten 4—8, am häufigsten aber 6 oder 7 kleine Protuberanzen hervor, die in einem Wirtel stehen und allmählich zu cylindrisch-spindelförmigen Aestchen, schlechtweg, der Terminologie Tulasne's folgend, Sporidien genannt, heranwachsen. Erst wenn diese letzteren in ihrer Entwickelung schon ziemlich weit vorgerückt sind, tritt in dem Promycelium eine Querwand auf, wodurch der obere, gewöhnlich kleinere plasmaführende Theil des Promyceliums von seinem unteren, jetzt schon vollkommen plasmaleer gewordenen Theile abgetrennt wird. Die kürzeren Promycelien besitzen blos diese einzige Querwand, die längeren sind aber zuweilen nach unten zu noch mit einer zweiten (Taf. II, Fig. 18 und 19.) und selbst einer dritten versehen. Da das oberste, protoplasmaführende und sporidientragende Promyceliumglied gewissermassen einer Basidialzelle entspricht, so soll dasselbe hier weiter diesen Namen auch beibehalten. Bald nun, nachdem die Basidialzelle vom leeren Promycelium durch die Querwand abgegliedert worden ist, trennt sie sich völlig von ihm und fällt ab, – eine Erscheinung, die, so viel ich weiss, bei der Keimung aller anderen, dem Tilletia-typus angehörenden Ustilagineen nie vorkommt. Nach dem Abfallen der Basidialzellen von den sie tragenden

Promycelien, sind diese letzteren sehr leicht hinfällig und gehen in der allerkürzesten Zeit völlig spurlos zu Grunde. Während die Basidialzelle noch am Promycelium aufsitzt oder, was im Ganzen öfters geschieht, gleich nach ihrem Abfallen, fangen die von derselben getragenen Sporidien mit einander paarweisse zu copuliren an. Vor der Copulation und in ihrem ersten Anfange ist gewöhnlich in jeder Sporidie ein kleiner, runder, heller Fleck (vielleicht ein einem Kerne entsprechendes Gebilde) vorhanden (Taf. III, Fig. 2, 3 und 5.). Nachdem aber die Copulation schon eingetreten ist, ist dieser Fleck nicht mehr wahrzunehmen; es treten jetzt dagegen im Plasma der Sporidien wie auch der Basidialzelle viele Vacuolen auf, wodurch dasselbe schaumig wird. — Die Copulation eines Sporidienpaares findet statt, wie Fig. 3, 4 und 6 (Taf. III) zeigen, mittelst eines kurzen, gewöhnlich dicht über ihrer Insertionsstelle quer dazwischen laufenden Schlauches; nur in höchst seltenen Fällen geschieht die Copulation nicht unten, sondern am oberen Ende eines Paares (Fig. 7 auf Taf. III). Nach der Copulation wächst eine der beiden Sporidien des Paares an der Spitze in eine secundäre Sporidie aus, wobei das Protoplasma durch den Verbindungsschlauch aus der anderen überwandert. Die primären, d. h. den Basidialzellen ansitzenden Sporidien können aber auch, ohne jeglicher Copulation, direct zu secundären Sporidien auskeimen (Taf. III, Fig. 3—5 und 9.). Hierin herrscht im Allgemeinen grosse Mannigfaltigkeit. Ich führe hier einige Beispiele an: — Man findet z. B. Basidialzellen mit 7 Sporidien (Taf. III, Fig. 4 β.), von denen 6 durch Copulation paarweise verbunden sind, und jedes dieser 3 Paare trägt eine secundäre Sporidie, während die siebente primäre Sporidie direct, ohne Copulation, zu der vierten secundären Sporidie auswächst. Auf einer anderen Basidialzelle (Fig. 4α auf Taf. III.) sitzen nur 5 Sporidien, von denen nur 2 durch einen querlaufenden Schlauch zu einem Paar verbunden sind, die übrigen 3 bilden, ohne vorgehender Copulation, je eine secundäre Sporidie. Es finden sich endlich gar nicht selten auch Fälle, wo sämmtliche primäre Sporidien, ohne zu copuliren, direct in secundäre Sporidien auswachsen (Taf. III, Fig. 5). Es können aber mitunter auch 3 primäre Sporidien mit einander copuliren, (Fig. 6γ auf Taf. III.) u. s. w. Dergleichen Modificationen und mehr oder minder abnorme Fälle finden sich, wie gesagt, massenhaft. Es ist unnütz sie hier alle anzugeben und anstatt dessen verweise ich den Leser auf meine hierauf Bezug habenden Zeichnungen (Vergl. Fig.16—21 auf Taf. II und Fig. 1—5, Taf. III). Nicht allein die secundären, sondern auch die primären Sporidien fallen von ihren Insertionsstellen sehr leicht ab. Die secundären Sporidien bilden zuweilen auch noch tertiäre Sporidien (Fig. 10). — Die von ihren Sporidien degarnirten Basidialzellen bleiben sehr oft noch mit Plasma erfüllt und können dann ihrerseits feine Keimschläuche aus sich treiben (Taf. III, Fig. 8). Ebenfalls trifft man, dass die

Sporidien 1ter, 2ter und 3ter Ordnung auch in kurze Fädchen auswachsen (Taf. III. Fig. 11 und 12). Alle diese schon keimenden und noch nicht ausgekeimten Sporidien, mit und ohne ihren Basidialzellen, werden im Herbste vom Regen- oder Thauwasser von den Blättern und den Stengeln abgespült und bis zur Erde heruntergetrieben. Hier werden sie mittelst des Wassers durch die poröse Erde oder zwischen Moos weiter getragen bis zur Oberfläche der um diese Zeit gewöhnlich schon völlig angelegten, nächstjährigen Trientalis-Sprosse.

Aussaatversuche, welche ich in 2 aufeinanderfolgenden Jahren angestellt habe, indem ich keimende Sporen auf gesunde junge, meist mit einer dünnen Erdschicht bedeckte Trientalis-Sprosse brachte, ergaben, dass die Sporidien feine Schläuche trieben, und dass dann in den Sprossen ein zartes Mycelium auftrat. Die Form, in welche die Keimschläuche eindringen und zu dem Mycel heranwachsen, habe ich nicht direct beobachten können. Dass das Mycelium aber aus ihnen erwachsen ist, wird so gut wie sicher dargethan durch seine Weiterentwickelung. Nach der Winterruhe nämlich wachsen die inficirten Trientalis-Sprosse über die Erde empor, und mit ihnen wächst auch, ihrer Entwickelung gleichen Schritt haltend, das Mycelium. Sind die Sprosse einmal so weit, dass sie ihre Blätter zu entfalten anfangen, so entwickeln sich aus dem Mycelium die Conidien der *Tuburcinia*, die, wie ich anfangs angegeben habe, auf der unteren Blattfläche der *Trientalis*-Frühlingspflänzchen in Form eines weissen schimmelartigen Ueberzuges auftreten. (Vergl. Fig 1—4 auf Taf. I). Die hier, in den Blättern, verlaufenden Myceliumfäden stimmen völlig mit denjenigen überein, die, wie oben gezeigt worden ist, in den Stengeln vorhanden sind, und es ist sogar nicht besonders schwer sie aus den Stengeln in die Blätter continuirlich zu verfolgen. Die intercellularen Mycelfäden, die auch hier, im Blattparenchyme wie im Stengel, mit traubenförmigen Haustorien versehen sind, rücken alle mehr nach der unteren Blattfläche hin und bilden hier, zwischen dem Diachym und der Epidermis, ein mehr oder minder dichtes Fadengewirr (Taf. I, Fig. 3). Aus diesem werden nun senkrecht zur Blattfläche Zweige emporgetrieben, die durch die Spaltöffnungen sowie auch zwischen den Epidermiszellen sich hervordrängen (Taf. I, Fig. 3—5). Einige dieser Fäden werden direct zu Conidienträgern (Fig. 3, 4.), andere legen sich dagegen auf die Blattfläche, kriechen auf derselben nach allen Richtungen umher, wobei sie sich an die Epidermiszellen nicht selten mit Haustorien fest ansetzen (Taf. I, Fig. 4) und auf diese Weise eine fädige Unterlage bilden, aus welcher erst dann die emporsteigenden Conidienträger auswachsen. — Letztere sind meistens scheidewandlos, ziemlich schlank und laufen allmählich in eine pfriemenförmige Spitze aus, die in der Regel nach einer Seite hin sich bogenförmig neigt, so dass die von den Fruchtfäden getragenen Conidien mit Beziehung auf die horizontale Blattfläche immer eine mehr oder minder horizontale

Lage annehmen (Taf. I, Fig. 2, 3). Die Conidien selbst, die gewöhnlich 0,011—0,015 mm lang sind, haben birnförmige Gestalt und zwar sitzen sie den Tragfäden immer mit ihrem breiten Ende auf. Sie sind mit einer zarten, feinen farblosen Membran versehen und zeigen mitten in ihrem ebenfalls farblosen, feinkörnigen Plasma einen kleinen, runden, hellen, vacuolenartigen Fleck (Taf. I, Fig. 8.). Sie fallen von ihren Tragfäden leicht ab, worauf letztere an ihren Spitzen wiederum Conidien abschnüren können, was sich mehrmals wiederholen kann, so lange in den Fruchtfäden noch genügendes Plasma verhanden ist.

Die eben beschriebene Conidienbildung der *Tuburcinia Trientalis*, die einigen Ramularien (z. B. *R. ovata* und *R. obovata*) [1]) gewissermassen ähnlich sieht, ist, wie es scheint, von den Sammlern der *Tuburcinia Trientalis* entweder völlig übersehen worden, oder jedenfalls unberücksichtigt geblieben. Anderseits ist sie aber auch in England schon aufgefunden und von Berkeley, unbegreiflicher Weise unter dem Namen *Ascomyces* (!) *Trientalis* beschrieben worden.[2]) Dass dieser *Ascomyces Trientalis* in der That nichts Anderes ist, als die Conidienform von *Tuburcinia Trientalis*, habe ich mich selbst überzeugen können auf authentischen, englischen Herbarexemplaren, die mir zur Ansicht freundlichst von P. Magnus vorgelegt worden sind und mit folgender Etiquette begleitet waren: »Ex herb. Charles B. Plowright. Ascomyces Trientalis Berk. Legit rev. John. E. Vize.«

Werden die Conidien auf eine Objectplatte in einen Wassertropfen übergetragen, so tritt sogleich die Keimung derselben ein. Jede Conidie nimmt in der Regel anfangs etwas an Umfange zu, dann wächst sie in einen Keimschlauch aus und gleichzeitig erweitert sich auch der in ihr vorhandene centrale helle Fleck, der jetzt deutlich in Form einer grösseren, runden Vacuole auftritt (Taf. I., Fig. 8). Wächst der Keimschlauch aus einer Seite der Conidie hervor (Fig. 7 auf Taf. I.), so steigt derselbe gewöhnlich vertical empor und schnürt dann sogleich an der Spitze wiederum ebensolche Conidien (also secundäre Conidien) ab. (Fig. 7.) Treiben aber die Conidien den Keimschlauch, was im Ganzen viel öfter geschieht, aus ihrem oberen, schmäleren Ende (NB. Keimungen aus dem breiten, erweiterten Ende, wie es z. B. Fig. 8. *α*. zeigt, gehören zu höchst seltenen Erscheinungen), so laufen die ausgekeimten Schläuche auf dem Objectträger immer horizontal und wachsen dabei gewöhnlich in ziemlich lange Fäden aus (Taf. I., Fig. 8 und 9). Aus der Conidie tritt der ganze Protoplasmainhalt in den Keimschlauch über und wird von der jetzt leergewordenen Conidie durch eine zarte Querwand

[1]) Vergl. Fuckel. Fungi Rhenani. Supplementi Fasc. II. Nr. 1634 und Nr. 1635.

[2]) Berkeley: Outlines of Brit. Fung., p. 376 und in Cooke's Handbook of British fungi. 1871 vol. II. p. 737.

getrennt. Bei weiterem Auswachsen des Keimschlauches rückt das Protoplasma in das obere Ende des Fadens vor; es bildet sich hiernach in dessen unteren Theile, zwischen der ersten Querwand und dem Protoplasma, ein protoplasmaleerer Raum, der seinerseits mittelst einer zweiten Querwand sich abtrennt, und so geht es weiter. Auf diese Weise wird beim allmählichen Wachsen des Keimschlauches im unteren leeren Theile desselben eine ganze Reihe successiv nach einander entstehender und ziemlich gleich weit von einander entfernter Querwände gebildet. Je länger der Keimfaden auswächst, desto grösser erscheint die Zahl dieser Querwände (Taf. I., Fig. 9).

Die so beschaffenen auf der Glasplatte in Wasser kriechenden Keimschläuche wachsen eine gewisse Zeit, gehen dann aber zu Grunde. — Bringt man aber, was ich zu wiederholten Malen auch gemacht habe, eben abgefallene oder in Keimung schon begriffene Conidien auf die stark benetzte Oberfläche gesunder *Trientalis*-Blätter und verfolgt dann deren weiteres Schicksal, so sieht man, wie die aus den Conidien ausgewachsenen Keimschläuche in die Nährpflanze immer durch die Scheidungswand zweier benachbarten Epidermiszellen (Fig. 10 auf Taf. I.) eindringen, um sich dann im Blattdiachyme zu einem mit Haustorien versehenen und sofort fructificirenden Mycelium auszubilden. 12—15 oder höchstens 18—20 Tage nach der Aussaat der Conidien erscheinen an den *Trientalis*-Blättern die charakteristischen schwarzen *Tuburcinia*-Flecke, von denen schon im Anfange die Rede war und die, wie dort angegeben worden ist, im Freien immer etwas später, im Sommer, auftreten und aus Anhäufungen der obenbeschriebenen Sporenballen bestehen. — Auf Grund dieser von mir angestellten Aussaatversuche kann mit voller Bestimmtheit angenommen werden, dass das Nämliche auch im Walde geschieht: die kleinen, sehr leichten Conidien werden vom Winde und wohl auch durch Insecten auf die Blätter anderer, gesunder, nahe oder auch weit entfernter, pilzfreier *Trientalis*-Pflänzchen übertragen; durch Thau- oder Regentropfen benetzt, fangen die Conidien an zu keimen, und deren Keimfäden dringen sogleich in die Nährpflanze hinein. — Die Aussaatversuche haben mir ausserdem gezeigt, dass die Keimschläuche in das Blattdiachym ebenso leicht durch die obere (völlig spaltöffnungsfreie), wie durch die untere Seite der Lamina eindringen, immer aber nur in der schon oben angegebenen Weise, — zwischen den Epidermiszellen; nie ist es mir dagegen vorgekommen, das Eintreten durch die Spaltöffnungen oder durch Perforation der oberen Wand der Epidermiszellen wahrzunehmen. — Eigenthümlich und sehr bemerkenswerth ist hierbei noch folgende Erscheinung: Jeder ins Blattdiachym eingedrungene Conidienkeimschlauch bildet ein selbständiges, von der Eintrittsstelle aus nach allen Seiten hin centrifugalgehendes Mycelium; — die Ausbreitung des letzteren ist aber ziemlich

eng begrenzt, wodurch denn auch der Pilz immer in Form von über die Blattfläche ganz regellos vertheilten Flecken auftritt, und der Umstand, dass über die Grenzen dieser Flecke hinaus das Tuburcinia-Mycelium im Blatte, wie auch in allen übrigen Theilen der durch Conidien angesteckten Pflanze in der Regel nirgends mehr wahrzunehmen ist, findet hierin seine einfache Erklärung. — Eine in dieser Hinsicht völlig analoge Erscheinung zeigen verschiedene *Entyloma*-Arten. [1]) Mit letzteren hat *Tuburcinia Trientalis* ausserdem noch das Auftreten von Conidien gemein. [2]) Sie ist daher für Conidienbildung bei Ustilagineen zwar nicht das erste, aber das eclatanteste Beispiel. Wie bei *Entyloma*, so geht auch bei *Tuburcinia* die ganze Entwickelung (Conidien- und Sporenbildung) auf ein- und derselben Nährpflanze vor sich; — es sind demnach streng autoecische Pilzformen. Ich vermuthe aber, dass zwischen den Ustilagineen sich auch, wie bei den Uredineen, eine ganze Reihe von heteroecischen Formen auffinden lassen wird. Weiteren, in dieser Richtung angestellten Culturversuchen ist es vorbehalten, zu entscheiden, ob meine Vermuthung eine richtige ist.

Unter den beschriebenen *Ustilagineen* finden sich einige Formen, die der *Tuburcinia Trientalis* Berk. et Br. sehr ähnlich zu sein scheinen, und es wird wohl jetzt am Platze sein, derselben hier kurz zu erwähnen. — Vor Allem führe ich die *Thecaphora aterrima* Tul. an. Bei dieser Ustilaginee, wie wir es schon bei Tulasne angeführt finden, hält es ebenfalls sehr schwer, die einzelnen Sporen aus einander zu trennen. [3]) — A. Fischer von Waldheim (Aperçu systématique des Ustilaginées. Paris 1877. p. 35. — Les Ustilagineées et leurs plantes nouricières. An. d. Sc. Natur. 6 Série, tome IV., p. 231) zieht zu der *Thecaphora aterrima* nicht allein die von Tulasne unter diesem Namen beschriebene, die Aehrchen mehrerer Carex-Arten bewohnende Ustilaginee, sondern auch diejenige, welche in den Stengeln von *Euphrasia lutea* L. vegetirt und schon früher von Cesati im Rabenhorst'schen »*Herbarium Micologicum*« (Nr. 1083) unter dem Namen *Sorosporium schizocaulon* herausgegeben worden ist. Beide Pilze sehen auf den ersten Blick, in der That, einander sehr ähnlich, bei genauerer Betrachtung findet man aber, dass während bei der Tulasne'schen *Thecaphora aterrima* die Sporen deutlich warzig granulirt sind, das Exosporium der *Euphrasia*-Ustilaginee

[1]) Vergl. de Bary. Bot. Zeit. 1874. S. 81 und folg.

[2]) J. Schröter in Cohn's: »Beiträgen zur Biologie der Pflanzen« Bd. II. (1877) p. 435 u. folg.

[3]) Tulasne sagt: »Il est fort difficile d'isoler les spores les unes des autres, et de les séparer de la tunique commune, que nous croyons appartenir à chaque globule ou *sporoïde*«. An. des Sc. Natur. III. Série, tome 7. (1847). p. 110. Man vergl. auch die dort auf Taf. 4 gegebenen Fig. 20—22.

nicht warzig, sondern glatt ist, wodurch diese letztere sich mehr der *Tuburcinia Trientalis* nähert. — Die Ustilaginee, die ich von F. v. Thümen unter dem Namen *Sorosporium Müllerianum* Thüm. *f. Cladii* Fili (aus Victoria) zur Untersuchung erhalten habe, wird sich wohl mit der *Thecaphora aterrima* Tul. als identisch erweisen. Wie sich aber alle diese hier eben angeführten Ustilagineenformen unter einander verhalten: — ob sie wirklich gute, strengcharakterisirte Arten sind und ob sie nicht vielleicht, anstatt der Gattung *Sorosporium* anzugehören, zur Gattung *Tuburcinia* (was meiner Meinung nach sehr wahrscheinlich ist) übertragen werden sollen, sind Fragen, die ohne jede Kenntniss weder von Keimungs- noch von anderen weiteren Entwickelungsvorgängen sich nicht entscheiden lassen.

Die vormals zur Gattung *Tuburcinia* gerechnete *Urocystis Paridis* Thüm. (= *Sorosporium Paridis* Winter,[1]) *Polycystis opaca* Strauss, *Urocystis Colchici*, f. *Paridis* F. v. Wald.) sieht auch einigermaassen der *Tuburcinia Trientalis* ähnlich, unterscheidet sich von ihr aber, gleich jeder anderen *Urocystis*-Art, sofort durch das constante Vorhandensein der peripherischen, die Sporenkörper umringenden, unkeimfähigen Zellen (Wolff's »Nebensporen«); bei *Tuburcinia Trientalis* kommen diese letzteren in der Regel gar nicht vor, wenn aber an ihren Sporenkörpern zuweilen, was jedoch nur höchst selten erscheint, auch einzelne sporenartige, oder anderswie aussehende, meistens inhaltsleere und mit braunen Membranen versehene Zellen hie und da fest anhaften, so sind dieselben jedenfalls mit den eben citirten Urocystis-Nebensporen gar nicht zu identificiren. — Die beiden von Fries zuerst aufgestellten Arten *Tuburcinia Monotropae* und *Tub. Orobanches* sind echte *Urocystis*-Formen und von F. v. Waldheim schon ganz richtig in diese Gattung eingereiht worden. Was endlich *Tuburcinia Cesati* Sorok. und *Tub. scabies* Berk. anbelangt, die F. v. Waldheim zur Gattung *Sorosporium* zieht, so ist mir die erstere aus eigener Anschauung nicht bekannt und von der zweiten habe ich viel zu wenig gutes Material in die Hände bekommen, um über dieselbe meine Meinung definitiv aussprechen zu können. — Ebenso ist mir auch die *Tuburcinia Veronicae* Schrt. wenig bekannt, so viel ich aber aus der Schröter'schen[2]) sehr klaren und ausführlichen Beschreibung ersehen kann, hat diese Ustilaginee mit *Tuburcinia Trientalis* und der Tulasne'schen *Thecaphora aterrima*

[1]) G. Winter begeht einen Irrthum, indem er *Polycystis opaca* Strauss, *Tuburcinia Trientalis* Berk. et Br. und die oben citirte Euphrasia bewohnende Ustilaginee (= Thecophora aterrima Tul. nach F. v. Wald.) zusammenstellt und sie mit dem gemeinsamen Namen *Sorosporium Paridis* bezeichnet (Vergl. Rabenhort's Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz I. Bd. Pilze, von Dr. G. Winter. 2 Lieferung. 1881. S. 102.)

[2]) Dr. J. Schröter. Bemerkungen und Beobachtungen über einige Ustilagineen (in Cohn's Beiträgen II. Bd. (1877). p. 349).

grosse Aehnlichkeit oder ist sogar vielleicht mit den beiden identisch. Um hierüber eine positive Entscheidung zu geben, sind jedenfalls, was ja auch Schröter angiebt, weitere Beobachtungen, vor Allem aber Keimungsversuche nöthig anzustellen.

II.

In den nächstfolgenden Zeilen will ich nun die Keimungsversuche anführen, die ich an einer Reihe bis jetzt in dieser Hinsicht noch wenig erforschten Ustilagineen-Formen angestellt habe. Ich fange mit denjenigen Formen an, die in den meisten mycologischen Schriften und Herbarien bis heutzutage, ohne Weiteres unter den Gattungsnamen *Sorosporium* zu stehen pflegen.

a. Sorosporium Saponariae Rudolphi (Taf. III, Fig. 13—18). — Oben sind schon die wichtigsten Hauptmerkmale angeführt worden, wodurch *Sorosporium Saponariae* von der eben beschriebenen *Tuburcinia Trientalis* sich sofort unterscheiden lässt. Dazu kommt noch die Differenz in den Keimungsvorgängen. Die Sporen von *Sorosporium Saponariae*, f. *Lychnidis dioicae*, die ich im vorjährigen Spätherbste und im Anfange des Winters (Decemb. 1880) zum Keimen gebracht habe, stammten aus der E. Doassans und N. Patouillard'schen Sammlung: »*Les champignons figurés et desséchés*« her; dieselben waren von den beiden Herren im Bois de Boulogne bei Paris am 15. Juni 1880 gesammelt. — Andere, nur etwas ältere Sporen, solche z. B., die blos 1—1½ Jahre gelegen hatten, erwiesen sich dagegen als völlig unkeimfähig; und so viel ich aus meinen allerdings im Ganzen nicht sehr zahlreichen Versuchen urtheilen kann, findet für *Sorosporium Saponariae* die Keimung, und demnach wahrscheinlich auch die Infection nur im Spätherbste des nämlichen Jahres statt. Hierin würde also *Sorosporium Saponariae* mit der *Tuburcinia Trientalis* wohl übereinstimmen[1]); — was aber die Keimung anbelangt, so ist dieselbe hier eine ganz andere. — Nachdem die Sporen 3 bis 4 oder höchstens 5 Tage im Wasser gelegen haben, wächst ihr farbloses Endosporium, das feinwarzige, blassbraune Exosporium in Form eines kleinen runden Loches durchbohrend, in einen Keimschlauch aus, welcher in der Regel ziemlich lang wird, immer unverzweigt bleibt und an welchem, jedenfalls in allen den von mir angestellten Aussaatversuchen nie eine etwaige Sporidienbildung zu Stande kam (Taf. III, Fig. 17). Beim

[1]) Die Zahl solcher Ustilagineen, die im Spätherbst auskeimen und in ihre Nährpflanze eindringen, wird wohl bei weiterer Untersuchung sich leicht vergrössern lassen. Ich möchte die Aufmerksamkeit künftiger Beobachter darauf ganz besonders lenken.

fortdauernden Längerwerden dieses Keimschlauches rückt der ganze feinkörnige, farblose Plasmainhalt in das obere Ende des Fadens vor, während in dem unteren, leergewordenen Theile desselben eine Reihe unter einander paralleler Querwände entsteht. Mehrmals sah ich den oberen plasmaführenden Theil des Schlauches, nebst einem oder zweien der hinter ihm sich befindenden plasmaleeren Glieder, von dem übrigen, unteren Fadentheile sich lostrennen (Fig. 18) und, im Wassertropfen (auf dem Objectträger) weiter fortlebend, an seiner Spitze, noch viele Tage hindurch, langsam in die Länge vorwärts wachsen. Weiteren Untersuchungen bleibt es nun vorbehalten zu entscheiden, ob denn hier, wie es den Anschein hat, sich wirklich nie Sporidien bilden, und auf welche Weise und zu welcher Jahreszeit der Pilz in die Nährpflanze eindringt.[1])

b. Sorosporium Junci Schröt. (Taf. IV., Fig. 1—8). — Die Sporen des in *Juncus bufonius L.* vegetirenden und von Schröter unter dem Namen *Sorosporium Junci* zuerst beschriebenen Pilzes scheinen eine sehr dauerhafte Keimfähigkeit zu besitzen. Das zu meinen Aussaaten verbrauchte Material war 2 bis fast 3 Jahre alt und stammte zum Theil aus den Zopf-Sydow'schen Exsiccaten (»*Mycotheca Marchica*« Nr. 97), anderntheils aber aus dem privaten Herbarium von Herrn E. Ule. Die Aussaatversuche mit diesen Sporen (in Wassertropfen, auf Objectträgern oder in Uhrschälchen) stellte ich erst im Spätherbste 1880 und dann wiederum im März 1881 an. Die Keimung trat jedesmal nach ungefähr 2—2½ Wochen nach der Aussaat ein und zeigte sich wie hier folgt.

Durch das dunkelbraune Exosporium der rundlich-polyedrischen, zu unregelmässigen Ballen vereinigten Sporen[2]) bohrt sich das Endosporium durch und wächst in einen Keimschlauch aus, der gewöhnlich die 8- bis 10- und 12fache Länge des einzelnen Sporendurchmessers erreicht (Fig. 3—6, Taf. IV). In dem den Keimschlauch erfüllenden, sehr feinkörnigen, regelmässig vertheilten, farblosen Protoplasma treten mehrere, gewöhnlich 8, von einander ziemlich gleich weit entfernte, helle, runde, vacuolenartige Gebilde auf, die ich für echte Zell-

[1]) Nachträglich sei hier angegeben, dass ich diesen Spätherbst (1881) auch die Keimung an den Sporen von *Sorosporium Saponariae, f. Saponariae officinalis* beobachtet habe. Die zu meinen Keimungsversuchen angewendeten Sporen waren von Herrn P. Magnus bei Kreuznach Ende Sept. d. J. gesammelt; die Keimung derselben trat Ende October und Anfang November ein. Im Ganzen genommen entspricht die Keimung derselben derjenigen von *Sorosporium Saponariae, f. Lychnidis dioicae*, unterscheidet sich aber von dieser dadurch, dass das obere plasmaführende Glied des Keimschlauches nicht immer unverzweigt bleibt, sondern zuletzt noch gewöhnlich in mehrere unregelmässige seitliche Verzweigungen auswächst. Von einer Sporidienbildung habe ich aber auch hier keine Spur wahrnehmen können.

[2]) Ueber die nähere Structur der Sporen vergl. J. Schröter: »Die Brand- und Rostpilze Schlesiens« und meine auf Taf. IV. gegebenen Fig. 1—6.

kerne zu halten geneigt bin. Dann wird der Faden durch zarte Querwände in so viel Glieder getheilt, wie es vorher Kerne gegeben hat, und zwar derart, dass in jedem der eben entstandenen, unter einander fast gleichgrossen Glieder einer von den Kernen zu liegen kommt (Fig. 4). Nach oder auch selbst während der gleich weiter zu beschreibenden Sporidienbildung treten in dem Promyceliumfaden gewöhnlich noch einzelne, wie es scheint, ganz zufällige Querwände auf, wodurch der Faden anstatt 8-, meistens 10- bis 12-gliedrig wird; — vor der Entstehung der Sporidien habe ich dagegen in allen meinen Aussaatversuchen den protoplasmaführenden Theil des Promycelium, wie gesagt, fast immer 8-zellig gefunden (Fig. 3—5). Jede dieser 8 Zellen treibt kurze seitliche Zweiglein, die durch bald eintretende Abschnürung sehr leicht vom Faden abfällig sind und sich demnach als Sporidien erweisen. In der Entstehung und Anordnung der Sporidien scheint, im Ganzen genommen, keine besondere Regelmässigkeit aufzutreten; dieselben können aus dem Faden, wie es die Abbildung zeigt (Fig. 5), allenthalben auswachsen. Während aber die Sporidienbildung an dem Endgliede des Fadens meistens an der Spitze des letzteren auftritt, erscheint sie an den übrigen Gliedern gewöhnlich an einem ihrer beiden Enden, d. h. in der Nähe der Querwände, und da die Sporidien hier nicht einzeln, sondern in einer grösseren Anzahl und dabei nicht nur einerseits, sondern rund um den Faden herum auftreten, so bilden sich in der Regel auf dem Promyceliumfaden mehrere übereinandersitzende quirl- oder knäuelartige Anhäufungen derselben (Fig. 6). Die Sporidien werden von den Promyceliumgliedern so lange abgeschnürt, bis das ganze Protoplasma aus den letzteren dazu verbraucht ist. — Die Sporidien selbst sind meistens schmale, sehr kleine, gewöhnlich nur 0,001—0,002 mm. lange Körperchen, die entweder ganz gerade sind, von der Gestalt spindelförmiger Stäbchen, oder dieselben erscheinen verschiedenartig gekrümmt, wobei sie bogen- oder hackenförmige Gestalt am häufigsten anzunehmen pflegen (Fig. 5—7). Manchmal sitzen die Sporidien nicht nur sehr nahe an einander, sondern zu mehreren, meistens zu 2—4, auf einer gemeinschaftlichen Anheftungsstelle, einem kurzen Stiele, büschelig beisammen, oder es kommt auch vor, dass eine schon völlig ausgewachsene Sporidie ihrerseits in eine ebensolche Sporidie auswächst, was dann aber nur an der Basis der ersteren, nahe an der Anheftungsstelle, stattfindet. — Nicht selten legen sich zwei benachbarte Sporidien mit ihren bogen- oder hackenförmig gekrümmten Spitzen fest an einander (Taf. IV, Fig. 7), ob aber dabei eine Copulation zu Stande kommt, kann ich mit Sicherheit nicht behaupten. Wie Fig. 7 α zeigt, können auch die Sporidien an ihren Spitzen kleine Auswüchse treiben. Was aber aus diesen, sowie auch aus den vom Promycelium abgefallenen Sporidien weiter wird, müssen künftig anzustellende Kulturversuche entscheiden. Es wird sich wohl herausstellen, dass die ausgesäeten Sporidien in

feine Schläuche auswachsen und zu einer bestimmten Jahreszeit in die Nährpflanze (*Juncus bufonius* L.) eindringen.

Nach allem hier eben über *Sorosporium Junci* Schr. Gesagten ist leicht zu ersehen, dass man diesen Pilz nicht in dieselbe Gattung mit *Sorosporium Saponariae* stellen kann, und dass er wohl als Repräsentant eines neuen selbständigen Genus betrachtet werden darf. Dieses neue Genus mag *Tolyposporium* (τολύπη, Kuäuel), und die beschriebene Species *Tolyposporium Junci* heissen.

c. Thecaphora hyalina Fingerh. (Taf. III., Fig. 19—28.) — Dieser Brandpilz, der von manchen Mycologen [1]) auch zur Gattung »*Sorosporium*« gerechnet und unter dem Namen *Sorosporium hyalinum* beschrieben wird, unterscheidet sich von den übrigen Ustilagineen, erstens, durch die Sporenstructur und, zweitens, durch seine Keimungserscheinungen. Im Spätherbste (Octob. und Novemb.) 1880 stellte ich Aussaatversuche an mit Sporen von *Thecaphora hyalina*, forma *Convolvuli arvensis*, die von G. Winter bei Zürich Mitte August desselben Jahres gesammelt und mir freundlichst zugeschickt waren. 2—2½ Wochen nach der Aussaat trat die Keimung dieser frischgeernteten Sporen ein. Aeltere Sporen derselben *Thecaphora hyalina*, die aus den verschiedensten Jahren und Gegenden herstammten, haben dagegen bei mir nie keimen wollen. Es wäre demnach anzunehmen, dass die Keimfähigkeit der Sporen von *Thecaphora hyalina* nur von sehr beschränkter, kurzer Dauer ist. — Die ziemlich hellrostbraun gefärbten Sporenkörper sind aus mehreren Zellen (respective Sporen), die fest mit einander haften, zusammengesetzt (Taf. III., Fig. 19). Die Zahl der letzteren ist eine sehr verschiedene und variirt zwischen 2 und 15, bis sogar 20; die am häufigsten auftretenden Sporenkörper sind 4 bis 12-zellig, die 2—3-zelligen kommen dagegen in der Regel minder häufig und diejenigen, die aus 15—20 Zellen bestehen, selten vor. Die einzelnen Zellen eines jeden Sporenkörpers stehen mit ebenen Flächen und scharfen Kanten unter einander in Berührung, wogegen ihre freie Aussenfläche immer abgerundet erscheint und mit stumpfen, stacheligen Auswüchsen des Exosporiums ziemlich dicht bedeckt ist. Das Auffallendste und charakteristische in der ganzen Structur der *Thecaphora*-Sporen ist aber, dass in der Mitte der Aussenfläche jeder der einzelnen Zelle ein runder stachelloser, heller Fleck sich befindet, der nicht allein durch sein Aussehen, sondern auch durch seine Funktion den Keimporen der Uredosporen völlig entspricht. Beim Auskeimen wird nämlich das Exosporium gerade an dieser stachellosen Stelle von dem in einen ziemlich dicken Keimschlauch auswachsenden Endosporium durchbohrt (Fig. 20—22). In dem farblosen, feinkörnigen und zuweilen auch vacuolenhaltigen Protoplasma, welches

[1]) Vergl. z. B. Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland etc., bearbeitet von G. Winter. 2. Lieferung. 1881. p. 105.

aus der Spore in den Keimschlauch übergewandert ist, findet man in der Regel ein kernartiges Gebilde (*n* in Fig. 21, Taf. III). Hat aber der Keimschlauch eine etwas beträchtlichere Länge erhalten, so treten in ihm, anstatt einem, gewöhnlich 4 solcher Kerne auf. (Fig. 22, 23). Bei noch weiter fortdauerndem Längenwachsthum des Keimschlauches wird durch das Vorwärtsrücken des Plasmainhaltes das untere Ende des Fadens von unten nach oben zu protoplasmaleer, und dann wird der obere, längere protoplasmaführende Theil des Fadens von dem unteren, kürzeren protoplasmaleeren durch eine zarte Querwand abgetrennt (Fig. 23). Auf dem nämlichen Wege kann hier auch die Bildung einer zweiten (Fig. 24) und zuweilen sogar einer dritten Querwand entstehen. — Gleich darauf zerfällt der plasmaführende Theil des Fadens, den man auch mit dem üblichen Namen *Promycelium* bezeichnen kann, mittelst zarter Querwände in mehrere gewöhnlich in 5 gleichgrosse Abtheilungen. Wie sich dabei die hier vorher angeführten kernartigen Gebilde verhalten, ist mir unklar geblieben; — nach der Gliederung des Promyceliumfadens sind dieselben jedenfalls nicht mehr wahrzunehmen. Dann fängt jedes dieser eben entstandenen Fadenglieder, anstatt Sporidien zu bilden, wie es nach Analogie mit *Tolyposporium* und den meisten *Ustilago*-Arten zu erwarten war, in einen im Verhältniss zur Dicke des Promycelium ziemlich feinen, unseptirten Keimfaden auszuwachsen (Taf. III., Fig 24—26). Diese Fädchen treten aus den Promyceliumgliedern in der unmittelbaren Nähe der zwischen diesen letzteren sich befindenden Querwände, und dabei entweder am oberen oder am unteren Ende jedes Promyceliumgliedes; jene wachsen aber immer aufwärts, diese dagegen abwärts (Fig. 24 bis 26). Treffen sich nun zwei solche in entgegengesetzten Richtungen wachsende Keimfäden mit ihren Spitzen, so legen sie sich damit fest an einander und verwachsen oder copuliren (Fig. 26). Bald nach geschehener Copulation treibt ein der eben copulirten Fäden unweit der Copulationsstelle seinerseits einen dünnen Keimschlauch (Taf. III., Fig. 27). Dieser nimmt das ganze Protoplasma der beiden mittelst der Keimfädchen in Copulation gerathenen Promyceliumglieder in sich auf und wächst binnen kurzer Zeit in einen verhältnissmässig langen, septirten Faden aus, bei dem nur das endständige, gewöhnlich viel längere Glied mit Protoplasma erfüllt ist, während dagegen alle seine übrigen Glieder plasmaleer sind (Fig. 27). Dieses Endglied wächst entweder immer weiter gerade aus, oder treibt auch zuweilen einen seitwärtsgehenden Zweig aus. — Da in dem ganzen, eben geschilderten Prozesse von einer Sporidienbildung auch nie die mindeste Spur vorkommt, so scheinen wohl die aus den Promyceliumgliedern auswachsenden und copulirenden Fäden, jedenfalls ihrer Funktion nach, den Sporidien der übrigen Ustilagineen entsprechende Gebilde zu sein. Eine einigermassen ähnliche, von Dr. R. Wolff schon früher beschriebene und abgebildete Erscheinung findet bei *Ustilago destruens* Schlecht.

und zum Theil auch bei *Ustilago Carb* Tul. statt. [1]) — Was die aus dem Promycelium ausgewachsenen Fädchen betrifft, die in Copulation aber nicht eintreten, so wachsen dieselben eine Zeit lang noch fort, bleiben dabei meistens unseptirt oder erhalten zuweilen auch ein oder zwei ganz zufällige Querwände, gehen aber dann in der Regel ohne Weiteres zu Grunde; in einigen Fällen sah ich aber einen solchen Faden lang emporwachsen, durch Querwände in mehrere Glieder sich theilen und dann wiederum feine Schläuche austreiben (Fig. 28). Solche und einige dergleichen andere Fälle treten aber nicht constant auf und sind wohl nur als Abnormitäten zu betrachten. — Was aus dem langen Keimschlauche, welcher aus den Promyceliumfädchen in Folge ihrer Copulation entstanden ist, später wird, — ob er noch einigen weiteren Umänderungen unterliegt, oder ob, was ja auch möglich ist, bei der Inficirung der Nährpflanze sich direct betheiligt, das sind Fragen, die noch näher geprüft und untersucht sein müssen.

Obgleich der Namen »*Thecaphora*« mir für diese hier eben beschriebene Ustilaginee eigentlich gar nicht zu passen scheint, so ist derselbe, weil einmal existirend, dennoch beizubehalten.

Nach der Structur ihrer Sporen sind *Thecaphora deformans* Dur. et Mntgn., *Thec. affinis* Schneid. und *Thec. Lathyri* Kühn entschieden der *Thecaphora hyalina* Fingerh. sehr ähnlich, der ganze Unterschied scheint nur in der Zahl, Grösse und Anordnung der die Sporen bedeckenden Borsten oder Stacheln, sowie auch in der Zahl der den Sporenkörper zusammensetzenden Zellen zu liegen. Ob aber alle diese verschiedenen Formen wirklich völlig identisch sind und zu ein und derselben Species gerechnet sein können, wie es G. Winter thut, [2]) kann, glaube ich, nur erst dann definitiv festgesetzt werden, wenn wir über die Entwickelungsgeschichte und die Sporenkeimung dieser Formen überhaupt etwas Näheres kennen werden. — Die mir aus dem privaten Herbarium von Herrn F. Baron Thümen unter dem Namen *Sorosporium Astragali* Peck und *Sorosporium Desmodii* Peck zur Ansicht zugekommenen Formen [3]), müssen auch, der Sporenstructur nach, unstreitig der Gattung *Thecaphora* angehören.

d. Sorosporium Aschersonii Ule (Taf. IV., Fig. 12—18) und *Sorosporium Magnusii* Ule (Taf. IV., Fig. 19—26). — Dass diese beiden Pilze nicht zur Gattung »*Sorosporium*« angehören, hat schon G. Winter [4]) ganz richtig eingesehen, dagegen hat er Unrecht, sie für

---

[1]) Dr. R. Wolff: Der Brand des Getreides, seine Ursachen und seine Verhütung. Halle. 1874. S. 7—9 Taf. I. A. und B.

[2]) Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora etc., bearbeitet von G. Winter. 2. Lief. 1881; p. 105.

[3]) Diese beiden Ustilagineen waren im Herbarium von f. v. Thümen mit folgenden Etiquetten begleitet. a) *Sorosporium Astragali* Peck n. sp. in Botanical Gazette 1879. IV. p. 218. Colorado. U. S. A. in Astragalo Drumondii. leg Jones. und b) *Sorosporium Desmodii* Peck. f. Desmodii. New-Yersey.

[4]) l. c.; p. 87.

identisch zu halten und sie zur Gattung *Ustilago* unter den gemeinsamen Speciesnamen *Ustilago Magnusii* zu stellen. Ihrem Auftreten und äusseren Aussehen nach haben beide Formen allerdings unter einander grosse Aehnlichkeit. Die eine, *Sorosporium Aschersonii*, bildet Anschwellungen verschiedener Form und Grösse an den Wurzeln und Stengelbasen von *Helichrysum arenarium* Dc., während die andere, *Sorosporium Magnusii*, ebensolche unregelmässige Auswüchse an den Stengeln und Wurzeln von *Gnaphalium luteo-album* L. hervorruft. Wendet man sich aber zur näheren Betrachtung beider Pilze und besonders zur Structur ihrer reifen Sporen, so ersieht man schon auf den ersten Blick, dass dieselben keiner einzigen der bis jetzt beschriebenen typischen *Ustilago*-, sondern viel eher den bekannten *Entyloma*-Arten sich nähern, was durch die Keimungsversuche sich denn auch wirklich bestätigt hat. Meine Aussaaten haben ausserdem gezeigt, dass die beiden von Ule unterschiedenen Arten nicht, wie es Winter glaubt, identisch, sondern wirklich zwei wenngleich auch sehr nahe stehende, dennoch verschiedene Pilzformen sind. Dieselben müssen demnach unbedingt wiederum umgetauft werden und sollen von nun an *Entyloma Aschersonii*, resp. *Entyloma Magnusii* heissen. Der Unterschied in den Sporen dieser beiden *Entyloma*-Arten ist in der That ein sehr geringer und beschränkt sich eigentlich blos auf ihre Grössen- und Farbenverhältnisse. Die Sporen von *Entyloma Aschersonii* (Taf. IV., Fig. 12) sind, worauf auch G. Winter schon aufmerksam macht, etwas kleiner und intensiver gefärbt als diejenigen von *Entyloma Magnusii* (Taf. IV., Fig. 19.) In allem Uebrigen sehen sich dagegen die Sporen dieser beiden Pilzformen sehr ähnlich aus. Dieselben sind nämlich wie diejenigen der meisten anderen *Entyloma*-Arten mit einer aus zwei Lagen bestehenden Membran versehen, von denen die innere nur mässig und dabei überall gleich dick ist, die äussere Lage dagegen meistens stark und unregelmässig verdickt und nicht selten dazu zartgeschichtet erscheint. Der Inhalt der Sporen ist ein farbloses, körniges und fettreiches Plasma, in welchem ein centraler heller Fleck vorhanden ist. — Wenn, wie eben gezeigt worden ist, zwischen den beiden hier in Rede stehenden Pilzen, ihrer Sporenstructur und äusseren Merkmalen nach, auch nur ein sehr geringer Unterschied obwaltet, so tritt ein um desto beträchtlicherer bei den Keimungsvorgängen ein.

Bei *Entyloma Aschersonii* (Taf. IV., Fig. 12—18) reisst bei der Keimung die äussere, dickere Lage der Sporenmembran spaltenförmig auf, die innere dünnere Lage wird dagegen durch den austretenden Keimschlauch eng perforirt (Fig. 12—14). Dieser letztere wird zu einem Promycelium, welches recht bald durch eine zarte Querwand in zwei, gewöhnlich fast gleich lange Glieder sich theilt (Fig. 12). Während nun das untere Glied an seinem oberen Ende, unmittelbar unter der Querwand, einen seitwärts ausgehenden und, so viel ich aus meinen

Aussaaten ersehen konnte, keinen besonderen Zweck erreichenden Keimfaden austreibt, verlängert sich das obere Promyceliumglied noch etwas, stellt aber sein Weiterwachsen bald ein, um an seinem stumpf-abgerundeten Scheitel in zwei fast rechtwinkelig divergirende Aestchen auszuwachsen (Fig. 14). In dem Maasse, als diese Aestchen sich vergrössern, schreitet das farblose, feinkörnige Protoplasma-Inhalt aus dem oberen Promyceliumgliede in sie über, und in Folge dessen wird dieses letztere von unten nach oben zu allmählich protoplasmaleer. Diese zwei, am Promyceliumscheitel sitzenden Aestchen haben gewöhnlich eine cylindrisch-spindelförmige Gestalt und entsprechen den Wirtelästchen (oder Sporidien) der übrigen *Entyloma*-Arten, unterscheiden sich aber von jenen nicht allein durch ihre geringere Zahl, sondern noch dadurch, dass, während bei den übrigen Entyloma-Arten die Wirtelästchen meistentheils mit einander paarweise copuliren, hier, bei *Entyloma Aschersonii*, eine Copulation nie auftritt. Eines der beiden Aestchen wächst dagegen an seiner Spitze ohne Weiteres in einen Faden aus (Fig. 16), der an einem kleinen Seitenzweiglein eine ziemlich lange, spindelförmige, leicht abfällige Sporidie abschnürt. In der Art des Auswachsens und weiteren Verhaltens der beiden Wirtelästchen, sowie auch in der Bildung der Sporidien, herrscht keine strenge Regelmässigkeit. Die in den Figuren *15* und *1* (Taf. IV.) dargestellten Beispiele kamen in meinen Aussaaten am häufigsten vor. Nicht selten erhalten die aus den Wirtelästchen auswachsenden Fäden eine beträchtliche Länge und werden durch zarte Querwände in mehrere Glieder getheilt, wobei von diesen letzteren bloss eins oder höchstens zwei plasmaführend, alle übrigen dagegen plasmaleer sind. Die mit Plasma erfüllten Glieder treiben ihrerseits Fäden aus, an deren Spitzen Sporidien abgegliedert werden (Fig. 17 und 17a). Die abgefallenen, ziemlich langen, schmalen Sporidien (Fig. 18) sind, wie schon erwähnt, spindelförmiger Gestalt; in ihrem farblosen Plasmainhalte ist gewöhnlich in der Mitte der Spindel ein kleiner, runder, heller Fleck (Vacuole oder Kern) wahrzunehmen. Einige Stunden in Wasser gelegen, kann eine jede der abgegliederten Sporidien in einen dünnen Keimschlauch auswachsen (Fig. 18a), mittelst welchem der Pilz aller Wahrscheinlichkeit nach in die Nährpflanze eindringt.

In der nämlichen Weise, wie bei *Entyloma Aschersonii*, wächst auch aus der keimenden Spore von *Entyloma Magnusii* (Taf. IV, Fig. 20—24) ein Promyceliumschlauch hervor, der sich aber dadurch von demjenigen der *Entyloma Aschersonii* unterscheidet, dass er, erstens, nie einen Seitenspross austreibt und, zweitens, an seinem abgerundeten Scheitel nicht 2, sondern immer 3 (in höchst seltenen, wie mir scheint abnormen Fällen auch 4 [Fig. 23.]) Wirtelästchen trägt. Diese letzteren wachsen dann, ebenfalls ohne jegliche vorhergehende Copulation, in einfache, unverzweigte Fäden, die manchmal ziemlich lang werden können und an ihren Spitzen

mehrere, meistens zu 2 oder 3, beisammensitzende, ganz eigenthümliche, hirschgeweihartig verzweigte Sporidien abschnüren (Fig. 24, 25). — Die junge, schmale, noch nicht völlig ausgewachsene Sporidie ist anfangs gerade gestreekt, hat demnach mehr oder minder spindelförmige Gestalt (*sp.* Fig. 22), erhält aber bald in der Mitte eine leichte Einbiegung, die beim allmähliehen Heranwachsen der Sporidie immer stärker auftritt; gleichzeitig damit wird die Sporidie an ihren beiden Enden sehr fein, fast nadelförmig zugespitzt, und aus der convexen Seite des gekrümmten Sporidienkörpers wachsen 1 oder 2 pfriemenförmig zugespitzte Aestchen empor, wodurch die geweihartige Gestalt der Sporidie zu Stande kommt. In solchen Sporidien, die einige Zeit im Wasser gelegen haben, treten nicht selten 2 bis 3 zarte Querwände auf (Fig. 25.); zuweilen entsteht aber auch eine ebensolche zarte Querwand in einem der pfriemenförmigen Aestchen, und dieses letztere kann dann an seiner Spitze eine kleinere ebenfalls verzweigte, secundäre Sporidie von sich abschnüren (Fig. 25).

Schliesslich sei nun noch bemerkt, dass die Sporen der beiden eben geschilderten Entyloma-Arten ihre Keimfähigkeit mehrere Jahre hindurch bewahren können. Die zu meinen im December 1880 und im Januar 1881 angestellten Aussaaten angewendeten Sporen stammten aus dem Jahre 1877 (ich entnahm dieselben aus der Zopf-Sydow'schen *Mycotheca marchica*, No. 35 und No. 48), waren demnaeh 3½ Jahre alt. — Die Keimung trat ein nachdem diese Sporen 3 Wochen im Wasser gelegen hatten. — Es ist wohl anzunehmen, dass die Keimkraft bei diesen beiden Entylomen noch länger als 3½ Jahre fortdauern kann, einen guten, sicheren Schutz gegen vollständige und rasche Eintrocknung besitzen ja diese Sporen in ihrer äusseren dicken Membran.

e. Entyloma Eryngii de Bary (Taf. IV, Fig. 9—11). — Die Keimung von *Entyloma Eryngii* ist schon hinlänglich von de Bary beschrieben und abgebildet worden[1]). Bei den von ihm im Januar und November (1873) angestellten Aussaatversuchen trat von Sporidienbildung niemals auch nur eine Andeutuog auf. Bei den Aussaaten dagegen, die ich mit ganz frischen Sporen, in den ersten Tagen von Juli (1879) anstellte, erhielt ich auch die Sporidienbildung. Nach der Copulation wachsen die Wirteläste, wie es auch de Bary angiebt, zu sehr langen, meistens leicht undulirten Keimschläuchen aus, und an den Enden dieser Fäden sah ich zuletzt die Sporidienbildung eintreten. Die Sporidien selbst werden entweder an den Enden der Fäden oder an kleinen, kurzen Seitenzweiglein abgeschnürt. Dieselben ragen aus dem Wassertropfen in die Luft empor, und sind, wie die beiliegenden Fig. 9—11 zeigen, ziemlich

[1]) A. de Bary: »Protomyces microsporus und seine Verwandten«. — Botanische Zeitung. Jahrg. XXXII (1874.)

lang, erhalten demnach die bei der Gattung Entyloma so oft auftretende schmale, spindelförmige Gestalt. Wie diese Sporidien keimen und in ihre Nährpflanze eindringen habe ich leider nicht erforschen können.

f. Melanotaenium endogenum de Bary (Taf. IV, Fig. 27—35). — Diese in *Galium Mollugo*, selten auch in *G. verum* vegetirende und früher unter dem Namen *Protomyces endogenus* Unger und *Protomyces Galii* Rabh. bekannte Pilzform ist von de Bary in die Familie der Ustilagineen mit (?) eingereiht worden. Um jeden Zweifel über die richtige Stellung dieses Pilzes im System zu beseitigen, war es nöthig die Keimung der Sporen aufzufinden. Im Jahre 1879 ist es mir geglückt dieselbe abzupassen. Das Material zu meinen Aussaaten sammelte ich Ende Juni; die Keimung trat erst Ende October und Anfang November ein, und ich bin geneigt anzunehmen, dass sie auch immer gerade um diese Jahreszeit geschieht, denn überwinterte, d h. bis zum Frühjahre 1880 aufbewahrte Sporen haben sich alle als unkeimfähig erwiesen. — Was das Mycelium von *Melanotaenium* anbelangt, so habe ich zu dem, was A. de Bary hierüber angegeben hat, nur eins zuzufügen. Die Myceliumfäden, die, wie es de Bary in seiner Abhandlung[1]) auch anführt, immer streng intercellular sind, besitzen nämlich und zum Theil sogar massenweise schön entwickelte Haustorien, die ins Innere der Zellen eindringen Dieselben sehen denen der *Tuburcinia Trientalis* ähnlich, sind aber hier viel üppiger entwickelt und erscheinen daher in Form von traubenartigen Körpern, die zuweilen so gross werden können, dass sie ein Drittel bis sogar fast die Hälfte der Zelle einnehmen (Fig. 27, Taf. IV). Für das Uebrige über die Bildung und Structur der Sporen von *Melanotaenium endogenum* verweise ich den Leser auf die eben citirte Arbeit von A. de Bary und meine hier beiliegenden Abbildungen (Taf. IV, Fig. 27, 28). — Der Keimung nach ist *Melanotaenium endogenum*, wie de Bary[2]) auch schon ganz richtig vermuthet hat, am nächsten mit der Gattung *Entyloma* verwandt. Durch die äussere, dunkelbraune, unregelmässig aufreissende Sporenmembran wächst, beim Eintreten der Keimung, die farblose innere Membran (das Endosporium) in einen Keimschlauch — das *Promycelium* — aus (Taf. IV, Fig. 30, 31). Dieses letztere ist anfangs immer gabelig verzweigt, hat nämlich zwei Aussackungen, von denen aber nur die eine sofort zum Promyceliumfaden auswächst, während die andere ihr Weiterwachsen einstellt, um dann später an der Basis des ausgebildeten Promyceliums, in Form eines blinden, völlig leeren Anhängsels zu erscheinen. Der ganze, farblose, mit sehr vielen Fettkörnchen versehene Protoplasmainhalt

[1]) A. de Bary: »Protomyces und Physoderma« in Beitr. z. Morph. und Physiol. der Pilze I. Reihe. Frankfurt 1864. p. 19.

[2]) A. de Bary: »Protomyces microsporus und seine Verwandten« Botan. Zeit XXXII (1874).

wandert aus dem Sporenraum, wie auch aus diesem sackigen Anhängsel in den Promyceliumfaden über (Fig. 30—32). Der grosse, helle, kreisförmige Kern (oder Vacuole?), den man schon im Inhalte jeder reifen Spore durchschimmern sieht, wird auch mit fortgeschleppt und in dem Promyceliumfaden wahrgenommen, so lange der letztere noch im Wachsthum begriffen ist. — Die Länge des ausgewachsenen Promyceliums ist sehr verschieden. Die kürzesten Promycelien, die nur bis auf die 3—4-fache Länge des Sporendurchmessers sich strecken, besitzen gewöhnlich nur eine Querwand, mittelst welcher der kleinere, obere, plasmaführende Theil des Promyceliumfadens von dem längeren, unteren, plasmaleeren abgetrennt wird (Fig. 33, 34); werden dagegen die Promycelien beträchtlich länger, was im Ganzen auch öfters geschieht, so entstehen in denselben mehrere (Fig. 35) bis viele Querwände, wodurch der plasmaleere Theil in mehrere, meistens ungleich grosse Glieder getheilt wird. — Die Zahl der Wirteläste, die an dem stumpf abgerundeten Scheitel des Promyceliums sich entwickeln, variirt zwischen 4 und 7. Die unter den Wirtelästen eintretende Copulation ist entweder basal oder apical (Fig. 33, 34); dieselbe kann aber, was bei *Entyloma*[1]) auch ja zuweilen vorkommt, ganz wegbleiben. — Eine Sporidienbildung an den Wirtelästen habe ich bei *Melanotaenium endogenum* in den von mir angestellten Aussaaten nie auffinden können, dagegen öfters gesehen, wie die Wirteläste nach oder auch ohne jede vorhergehende Copulation direct zu einem langen, einfachen oder verzweigten vielseptirten Keimschlauch auswachsen, in welchem nur das oberste Glied plasmaführend, alle übrigen dagegen plasmaleer sind (Taf. IV, Fig. 35). — Was weiter hierauf folgt habe ich leider nicht entscheiden können. — Für *Melanotaenium endogenum* würden demnach die Fragen noch zu entscheiden sein, wann und wie der Pilz in die Nährpflanze eindringt und ob die Sporidienbildung hier constant wegbleibt oder ob dieselbe nicht durch äussere Ursachen dennoch bedingt und hervorgerufen werden könnte.

III.

Alles eben Mitgetheilte zeigt, dass die Kenntniss der Keimungsprocesse für die Gruppirung der Ustilagineen wichtige Merkmale zu den bisherigen hinzufügt. Ordnet man die Ustilagineen nach denselben, was vielleicht den natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen der Genera am meisten entspricht, so stellt sich folgende Uebersicht heraus:

---

[1]) Vergl. A. de Bary. l. c.

Familie: Ustilagineae.

I. Bei der Keimung findet keine Sporidienbildung statt.

a. Die Sporen treiben lange, vielgliederige Keimschläuche. Dieselben bleiben entweder einfach und unverzweigt oder deren oberes plasmaführende Endglied erhält mehrere seitliche, unregelmässig vertheilte Verzweigungen. Das unverzweigte, allein inhaltsreiche Endglied kann zuweilen von dem übrigen plasmaleeren Theile des Keimschlauches sich lostrennen und eine Zeit lang selbstständig noch weiter fortleben.

1. *Sorosporium.* Rudolphi.

S. Saponariae. Rudolphi.

b. Die Keimschläuche haben ein begrenztes Wachsthum, sind demnach *Promycelien* zu nennen. Dieselben sind gegliedert, anstatt aber Sporidien zu bilden, treiben sie Keimfäden, die gewöhnlich in entgegengesetzte Richtungen wachsen und mit ihren Spitzen in Copulation eintreten, und erst nach dieser wächst der eigentliche Keimschlauch aus.

2. *Thecaphora.* Fingerh.

T. hyalina. Fingerh.

II. Das Promycelum theilt sich durch Querwände in mehrere Glieder, von denen jedes eine oder mehrere Sporidien abschnürt.

3. *Ustilago* Link (Persoon. Tulasne).

Ich führe hier nicht alle die unzähligen dazu gerechneten Arten. Man findet sie Alle aufgezählt in den Arbeiten von A. Fischer v. Waldheim und in anderen dergleichen mycologischen systematischen Werken.

4. *Schizonella.* Schröter (in Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl. II. Bd. p. 362.)

Sch. melanogramma Schr. (DC.)

5. *Tolyposporium* mihi.

T. Junci (Syn. *Sorosporium Junci* Schr.)

III. Am Scheitel des Promyceliums bildet sich ein Wirtel von mehreren (2—8), gewöhnlich spindelförmigen Aestchen, auch »Sporidien« genannt. Dieselben treten gewöhnlich paarweise in Copulation; — diese leztere kann aber zuweilen auch ganz wegbleiben. Nach geschehener oder auch ohne vorhergehender Copulation wachsen die Wirteläste entweder zu secundären Sporidien oder direct zu langen, einfachen oder verzweigten, dünnen Keimfäden aus.

6. *Tilletia* Tulasne.

   Die verschiedenen Arten dieser Gattung sind ebenfalls bei F. v. Waldheim etc. nachzuschlagen.

7. *Entyloma.* de Bary.

   Zu den früher bekannten und beschriebenen *Entyloma*-Arten sind jetzt noch zwei neue Arten hinzuzufügen: *E. Aschersonii* und *E. Magnusii.*

8. *Melanotaenium.* de Bary.

   M. endogenum. de Bary.

   Könnte vielleicht jetzt mit *Entyloma* vereinigt werden, da es aber noch fraglich ist, ob bei diesem Pilze jemals Sporidien gebildet werden und da ausserdem seine Sporen sich von denen der *Entyloma* nicht nur durch ihre Färbung, sondern auch durch ihr Auftreten in der Nährpflanze sogleich unterscheiden lassen, ziehe ich vor, dieses Genus noch aufrecht zu erhalten.

9. *Schröteria.* Winter (in Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland etc. I. Bd., bearbeitet von Dr. G. Winter. 1881. p. 117).

   Schr. Delastrina. Winter (Syn. *Geminella Delastrina.* Schröter).

10. *Urocystis.* Rabenhorst.

    Bis jetzt ist die Keimung nur bei folgenden 4 Arten beobachtet worden: *Ur. occulta* Rab. (Wallroth) [1]), *Ur. pompholygodes* Rab. [2]), *Ur. Violae* F. v. Wald. (Sow.) [3]) und *Ur. primulicola* P. Magnus [4]).

    Es ist wohl anzunehmen, dass auch die übrigen *Urocystis*-Arten in der nämlichen Weise auskeimen. — Was *Ur. Corydalis* Niessl (in Thümen, Mycoth. 1626) anbelangt, so ist die Bemerkung, die G. Winter dazu gegeben hat[5]), eine ganz richtige. Dieser Pilz ist kein *Urocystis;* er hat viel mehr Aehnlichkeit mit *Entyloma,* ist dabei aber von *E. Corydalis* de Bary sehr verschieden. Die Keimung allein kann und muss entscheiden, was es für ein Pilz ist, jedenfalls kann derselbe aber nicht der Gattung *Urocystis* angehören.

---

[1]) J. Kühn. Krankheiten d. Kulturgewächse 1858. — A. Wolff. Botan. Zeitung 1873.

[2]) A. Fischer v. Waldheim. Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik. 1869 –70.

[3]) E. Prillieux. An. d. Sc. natur. Série 6, tom. X. (1880). p. 49.

[4]) Die Keimung von *Urocystis primulicola* P. M. ist von Dr. R. Pirotta im Sommer 1880 im Botanischen Institut der Strassburger Universität beobachtet worden. — R. Pirotto, »Sulla struttura e sulla germinazione delle spore del *Sorosporium* (?) *primulicola* (Magn.),« in Nuovo Giornale botanico Italiano. Vol. XIII. 12 Luglio 1881. No. 3.

[5]) l. c. p. 118.

11. *Tuburcinia.* Fries.

T. Trientalis Berkeley et Broome.

IV. Keimung unbekannt.

In diese temporäre Gruppe stelle ich alle übrigen bis jetzt aufgestellten, aber in Hinsicht der Keimung noch nicht erforschten Arten der Gattungen *Sorosporium* Rudolphi und *Thecaphora* Fingerh., sowie auch die Gattung

12. *Vossia* Thümen (in Oesterr. botan. Zeitschrift 1879, Nr. 1).

V. Moliniae Thüm. — G. Winter (l. c. p. 109) stellt die *V. Moliniae* zur Gattung *Tilletia.*

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

(*Fig. 1* in natürl. Grösse, *Fig. 2* bei *90*-, *Fig. 11* bei *160*-, *Fig. 3*, *6* und 7 bei *320*- und *Fig. 4*, *5*, *8—10* bei *520*facher Vergrösserung gezeichnet.)

Sämmtliche Figuren von *Tuburcinia Trientalis*.

Fig. 1. Eine in den ersten Tagen des Juni gesammelte, durch *Tuburcinia* befallene *Trientalis*-Pflanze. Die untere Fläche der Blätter ist mit den Conidien des Pilzes bedeckt. — Von den im Rindenparenchyme (vergl. *Fig. 2* auf *Taf. II.*) eingelagerten und durch die Epidermis durchschimmernden schwarzen Sporenballen erhält der Stengel der erkrankten *Trientalis*-Pflanze ein etwas rauhes, schwarzmarmorirtes Aussehen.

Fig. 2. Ein Theil eines Querschnittes durch ein noch ziemlich junges *Trientalis*-Blatt, dessen Lamina auf der unteren Fläche mit den Conidienträgern bedeckt ist.

Fig. 3. Ein kleinerer Theil eines ebensolchen Schnittes. Aus der Blattlamina drängen sich zwischen den Epidermiszellen Pilzfäden hervor, von denen einige direct zu Conidienträgern auswachsen, andere aber sich umbiegen um auf der Blattfläche umherzukriechen.

Fig. 4 und 5. Stückchen abgezogener Epidermis, an welchen man sieht, wie die *Tuburcinia*-Fäden, theils durch die Spaltöffnungen *(Fig. 4)*, theils aber auch zwischen den Epidermiszellen *(Fig. 5)*, sich auf die Blattfläche hervordrängen. *m* Myceliumfäden, *h* Haustorien, *k* und *k'* zwei Conidienträger, von denen der eine (*k'*) die Conidie schon abgeworfen hat.

Fig. 6. Reife, eben abgefallene Conidien.

Fig. 7. In feuchter Atmosphäre, auf einer Glasplatte, auskeimende Conidien. Drei von ihnen wachsen in verticalstehende Fruchtträger, an deren Spitze *secundäre* Conidien abgeschnürt werden.

Fig. 8. In einem Wassertropfen keimende Conidien. Die Keimung geht gewöhnlich sehr rasch vor sich; nicht selten tritt dieselbe ein schon $1^1/_2$—2 Stunden nach der Aussaat. Höchst selten wächst der Keimschlauch aus dem breiten, erweiterten Ende der Conidie, wie es α darstellt.

Fig. 9. In Wasser ausgekeimte Conidien ungefähr sechs Stunden nach der Aussaat.

Fig. 10. Ein Stückchen der Epidermis einer oberen Blattfläche von *Trientalis*, auf welcher Conidien ausgesäet waren. Man sieht wie 4 Conidienkeime in die Nährpflanze, zwischen den Epidermiszellen, eindringen.

Tafel II.

(*Fig. 1* in natürl. Grösse, *Fig. 2* bei *90*-, *Fig. 10—14* bei *320*-, *Fig. 3*, *4*, *8*, *15—19* und *21* bei *520*- und *Fig. 5—7*, *9* und *20* bei *620*facher Vergrösserung gezeichnet.)

Sämmtliche Figuren von *Tuburcinia Trientalis*.

Fig. 1. Eine von *Tuburcinia* bewohnte, im Spätsommer aufgesammelte *Trientalis*-Pflanze.

Fig. 2. Theil eines Querschnittes durch den Stengel der in Fig. 1 der Taf. I abgebildeten Pflanze.

Fig. 3 und 4. Mit Haustorien (*h*) versehene Fäden des intercellularen Myceliums.

Fig. 5—14. Entwickelung der vielzelligen Sporenballen von ihren allerjüngsten Anlagen an bis zu den allerentwickeltsten, fast reifen Zuständen.

Fig. 15. Völlig reifer und schon ausgekeimter Sporenkörper nach einer längeren Behandlung mit Kali und Glycerin.

Fig. 16—18. Keimende Sporenkörper. *Fig. 18* blos mit einem, *Fig. 17* mit sieben und *Fig. 16* mit elf Keimschläuchen oder *Promycelien.*

Fig. 19. Zwei normal ausgewachsene *Promycelien.*

Fig. 20 und 21. Promycelien, die beim Auskeimen in Dunkelheit sich entwickelt haben.

Tafel III.

(Die *Fig. 2*, *4β*, *5γ*, *6α*, *6β* und *7* sind bei *620*-, alle übrigen bei *520*facher Vergrösserung abgezeichnet.

Fig. 1—12. *Tuburcinia Trientalis.*

Fig. 1. Keimender Sporenkörper mit 5 Promycelien.

Fig. 2. Vier, von ihren Promycelienfäden abgefallene Basidialzellen. Zwei derselben sind blos mit 4, jede der zwei übrigen dagegen mit 8 Wirtelästen (primären Sporidien) versehen.

Fig. 3. Zwei abgefallene Basidialzellen, von denen die eine (*a*) sechs, die andere (*b*) sieben Wirteläste trägt. Einige Wirteläste fangen an auszukeimen. In *b* ist zwischen 2 Wirtelästen eine basale Copulation deutlich wahrzunehmen, während ein anderer Wirtelast an seiner Spitze eine schon völlig entwickelte *secundäre* Sporidie aufrecht trägt.

Fig. 4. Zwei Basidialzellen in etwas späteren Entwickelungsstadien. In α findet basale Copulation blos an einem Wirtelastpaare statt; jeder der übrigen drei Wirteläste wächst direct zu einer secundären Sporidie aus. — In β sind von den sieben primären Sporidien (Wirteläste) sechs durch Copulation paarweise verbunden und jedes dieser drei Paare trägt eine secundäre Sporidie, während die siebente primäre Sporidie direct in die vierte secundäre Sporidie auswächst.

Fig. 5. Drei Basidialzellen mit Wirtelästen, die ohne vorhergehende Copulation in secundäre Sporidien auswachsen. In γ ist ausnahmsweise einer der Wirteläste ungemein lang ausgewachsen.

Fig. 6. Basidialzellen, von denen fast alle Wirteläste schon abgefallen sind. In α sitzen auf der Basidialzelle nur noch 4, durch basale Copulation paarweise verbundene Wirteläste; in β sitzt nur noch ein solches Paar. In γ finden sich 3 primäre Sporidien, die alle 3 mit einander durch basale Copulation in Verbindung stehen.

Fig. 7. Ein apical copulirendes Wirtelastpaar, welches vom Basidium eben abgefallen ist.

Fig. 8. Basidialzellen, die von ihren Wirtelästen degarnirt sind. Die Insertionsstellen sind noch deutlich zu sehen. In *b* sitzt noch eine der Sporidien auf. — *c*, *d* und *e* sind Basidialzellen, die nach dem Abfallen der primären Sporidien in feine Keimschläuche auswachsen.

Fig. 9. Primäre abgefallene Sporidien, die auskeimen und secundäre Sporidien bilden.

Fig. 10. Ebensolche mit *secundären (se. sp.)* und *tertiären (ter. sp.)* Sporidien.

Fig. 11. Tertiäre abgefallene Sporidien, die in feine Keimschläuche auswachsen. Zwischen diesen letzteren tritt zuweilen eine Copulationserscheinung (α) ein.

Fig. 12. Primäre Sporidie, die gleichzeitig eine secundäre Sporidie bildet und einen Keimschlauch austreibt.

Fig. 13—18. *Sorosporium Saponariae.*

Fig. 13. Reifer vielzelliger Sporenknäuel von *Sorosporium Saponariae*, forma *Saponariae officinalis.*

Fig. 14. Einzelne Sporen eines solchen Knäuels.

Fig. 15. Reife Sporenknäuel von *Sorosporium Saponariae*, forma *Lychnidis dioicae.*

Fig. 16. Einzelne Sporen aus denselben.

Fig. 17. Keimende Sporen.

Fig. 18. Plasmaführende Schlauchzellen, die nebst einem oder zweien der hinter ihnen sich befindenden plasmaleeren Glieder von dem übrigen unteren Theile des Keimfadens sich losgetrennt haben und, im Wassertropfen weiter fortlebend, an ihren Spitzen eine Zeit lang in die Länge wachsen.

Fig. 19—28. *Thecaphora hyalina.*

Fig. 19. Reife mehrzellige Sporenkörper.

Fig. 20—23. Auskeimende Sporen: *Fig. 20* der erste Anfang der Keimung; *Fig. 21* in dem farblosen, feinkörnigen Protoplasma der beiden hier ausgewachsenen Keimschläuche ein kernartiges Gebilde *n*. In den beträchtlich schon länger gewordenen Keimschläuchen *(Fig. 22* und *23)* treten, anstatt einem, vier Kerne auf.

Fig. 24—26. Weiter vorgerückte Keimungszustände. Der plasmaführende Theil eines jeden Keimschlauches (des *Promyceliums*) hat sich durch zarte Querwände in fünf fast gleichgrosse Zellen getheilt. Jede dieser fünf Zellen treibt einen feinen, unseptirten Keimfaden. In *Fig. 24* wachsen diese Fädchen alle in aufwärtsgehender Richtung; in *Fig. 25* vier wachsen aufwärts und blos einer abwärts; in *Fig. 26* zwei Fädchen gehen rückwärts und die übrigen drei aufwärts. In *Fig. 25* und *26* treten die in entgegengesetzten Richtungen wachsenden Fädchen in Copulation ein. — *x* in *Fig. 26* ist ein in seiner Entwickelung gehemmter Keimschlauch.

Fig. 27. Noch weiter vorgeschrittene Keimung. Einer der beiden copulirten Fäden wächst, unweit der Copulationsstelle, in einem langen, septirten Faden aus; bei diesem letzteren ist nur das endständige, gewöhnlich viel längere Glied mit Protoplasma erfüllt.

Fig. 28. Vielzelliger Promyceliumfaden mit sechs aus ihm auswachsenden Keimfädchen, von denen 2 Paare in Copulation treten, die übrigen 2 Fädchen dagegen eine abnorme Entwickelung zeigen.

Tafel IV.

(*Fig. 7* ist bei ungefähr *700*-, alle übrigen Figuren dagegen bei *520*facher Vergrösserung gezeichnet.)

Fig. 1—8. *Tolyposporium Junci.*

Fig. 1. Ein kleiner, blos aus 5 Sporen bestehender Sporenknäuel.

Fig. 2. Zwei einzelne Sporen.

Fig. 3. Sporenknäuel, der nur aus 3 Sporen besteht. Eine dieser Sporen treibt einen Keimschlauch, in dessen Protoplasma 8 kleine, runde, von einander ziemlich gleichweit entfernte, kernartige Gebilde auftreten.

Fig. 4. Ein viel grösserer Sporenknäuel, der auch nur einen Keimschlauch austreibt. Der letztere ist durch zarte Querwände in 8 kleine, gleichlange Glieder getheilt, in jedem dieser liegt in der Mitte ein Kern.

Fig. 5 und 6. Weiter vorgerückte Keimung. Von jeder Zelle des 8gliederigen Promyceliums werden *Sporidien* abgeschnürt. Anfangs sitzen dieselben am Promycelium ganz vereinzelt, nur in geringer Zahl (*Fig. 5*); später erscheinen sie in viel grösserer Anzahl und bilden dann gewöhnlich rund um den Faden herum, in der Nähe der die einzelnen Glieder trennenden Querwände, quirl- oder knäuelartige Anhäufungen (*Fig. 6*).

Fig. 7. Enden zweier Promyceliumfäden, bei einer etwas stärkeren Vergrösserung betrachtet. Nebeneinander sitzende Sporidien, die dabei bogen- oder hakenförmig gekrümmt sind, legen sich nicht selten mit ihren Spitzen fest aneinander (vielleicht eine Copulation?). — *α* — Sporidien, die an ihren Spitzen kleine fädige Auswüchse treiben.

Fig. 8. Abgefallene Sporidien.

Fig. 9—11. *Entyloma Eryngii.*

Fig. 9 und 10. Sporidienbildung bei *Entyloma Eryngii* (Man vergl. hierüber den Text). *sp.* — Sporidien.

Fig. 11. Abgefallene Sporidien.

Fig. 12—18. *Entyloma Aschersonii.*

Fig. 12. Zwei reife Sporen, von denen die eine in einen Keimschlauch ausgewachsen ist. Dieser durch eine zarte Querwand in zwei fast gleichlange Glieder getheilt.

Fig. 13. Das obere Glied des Promyceliums hat sich verlängert, der Plasmainhalt ist in demselben nach oben vorgerückt, und der untere Theil dieses Gliedes erscheint bis zur Querwand inhaltsleer.

Fig. 14. Zwei in ihrer Entwickelung gleichweit vorgeschrittene Promycelien. Das untere Glied treibt an seinem oberen Ende, unmittelbar an der Querwand, einen seitwärtsgehenden Keimfaden, das obere wächst dagegen an seinem Scheitel in zwei fast rechtwinkelig divergirende Wirtelästchen aus.

Fig. 15. Spore mit einem einfachen, ungegliederten Promycelium, an dessen Scheitel ebenfalls nur zwei Wirteläste aufsitzen. Eine Copulation zwischen diesen ist nicht vorhanden. Eines dieser Wirtelästchen (*a*) wächst in einen seitlichen Faden aus, der an seiner Spitze sich verzweigt.

Fig. 16. Ein gegliedertes, den beiden in *Fig. 14* abgebildeten Exemplaren entsprechendes Promycelium, mit zwei Wirtelästen, von denen der eine (*a*) in seiner Entwickelung zurückgeblieben, der andere (*b*) dagegen in einen feinen Keimschlauch ausgewachsen ist und an seiner Spitze einen sporidienbildenden Zweig trägt. *sp.* — Sporidie.

Fig. 17 und 17a. Enden zweier Keimfäden, die direct aus den Wirtelästchen ausgewachsen sind und an denen man die Sporidienbildung wahrnimmt. *sp.* — Sporidie.

Fig. 18. Zwei reife, abgefallene Sporidien.

Fig. 18a. Eine Sporidie, die eben zu keimen anfängt.

Fig. 19—26. ***Entyloma Magnusii.***

Fig. 19. Reife Sporen.

Fig. 20. Eine in ein Promycelium ausgewachsene Spore. Am Scheitel des Promyceliums sitzen 3 Wirteläste.

Fig. 21. Alle drei Wirteläste des Promyceliums treiben an ihren Spitzen Keimschläuche aus.

Fig. 22. Die aus den Wirtelästen ausgewachsenen Keimschläuche sind schon beträchtlich länger. An einem dieser drei Fäden tritt die Sporidienabschnürung ein. *sp.* — junge Sporidie.

Fig. 23. Seltener vorkommender Fall, wo am Promyceliumscheitel, anstatt 3, vier Wirteläste aufsitzen, von jenen ist aber der eine verkümmert, der andere leer, und blos die übrigen zwei sind normal entwickelt und treiben Keimschläuche aus. Während aber einer dieser normalen Wirteläste blos einen Schlauch austreibt, wachsen aus dem anderen zwei Fäden (ein apicaler und ein basaler) aus.

Fig. 24. Ein Promycelium mit drei zu Keimschläuchen ausgewachsenen Wirtelästen. An ihren stumpf abgerundeten Enden werden die *Sporidien* (*sp.*) abgeschnürt.

Fig. 25. Ende eines ebensolchen ausgewachsenen Wirtelastes mit drei Sporidien geweihartiger Gestalt. Von einer derselben wird eine secundäre, ebenfalls verzweigte Sporidie abgeschnürt.

Fig. 26. Abgefallene Sporidien.

Fig. 27—35. ***Melanotaenium endogenum.***

Fig. 27. Stückchen eines Längsschnittes durch ein von *Melanotaenium endogenum* bewohntes Internodium von *Galium Mollugo*. *m.* — Myceliumfäden; *h.* — Haustorien; *sp.* — junge Sporen.

Fig. 28. Ein anderes Stückchen eines ebensolchen Schnittes mit völlig entwickelten, fast reifen Sporen (*sp.*) *m.* und *h.* wie in der vorhergehenden Figur.

Fig. 29 Reife Spore etwas verlängerter, seltener auftretender Form.

Fig. 30. Keimende Sporen.

Fig. 31 und 32. Etwas weiter vorgerückte Zustände.

Fig. 33. Zwei normale, ausgewachsene Promycelien; das eine (*a*) mit fünf, das andere (*b*) mit sieben Wirtelästen. Bei *a* copulirt ein Paar dieser Wirteläste apical; in *b* dagegen eine basale Copulation.

Fig. 34. Ende eines Promyceliums mit vier Wirtelästen, von denen ein Paar apical copulirt.

Fig. 35. Ein längeres, mehrzelliges Promycelium mit 6 Wirtelästen: 2 in apicaler Copulation; von 2 anderen, die mit vacuolenhaltigem Plasma erfüllt sind, fängt der eine an einen apicalen Faden zu treiben, während die übrigen 2 Wirteläste zu langen, vielseptirten, zum Theil verzweigten Keimfäden schon ausgewachsen sind. Ausser den mit Plasma erfüllten Endgliedern sind die übrigen Glieder dieser Fäden völlig plasmaleer.

Mahlau & Waldschmidt. Frankfurt a. M.